Statistics Canada Statistique Canada

Science, Technology and Capital Stock Division

Division des sciences, de la technologie et du stock de capital

Canada

INDICATORS OF CANADIAN RESEARCH OUTPUT, 1982

INDICATEURS DE LA RECHERCHE CANADIENNE, 1982

March 1986

Mars 1986

Science, Technology and Capital Stock Division

Division des sciences, de la technologie et du stock de capital

FOREWORD

As the Science and Technology Statistics Program develops at Statistics Canada, as much annual data as possible will be provided for the different indicators series. Current indicators of Canada's scientific and technological activities include: expenditures on research and development; federal government scientific activities; personnel working in science and technology; Canadian patented inventions;international payments and receipts for technology; and trade in selected commodities. Summaries of trends for these indicators are published in the annual review, **Science and Technology Indicators,** Catalogue No. 88-201. Research and development expenditures are well covered, with two annual reports: **Industrial Research and Development Statistics,** Catalogue No. 88-202 and **Resources for Research and Development in Canada,** Catalogue No. 88-203. An overview of current federal programs in science and technology is presented in the annual release, **Federal Scientific Activities,** Catalogue No. 88-204E. An annual review on indicators of Canadian patent trends is also being planned and a working paper on these measures has been released. A limited number of copies of "Canadian Patent Trends, 1984" are available from the Science, Technology and Capital Stock Division.

This working paper is an experimental use of certain bibliometric statistics to provide indicators of the output of Canadian research and its impact in selected research fields. Broadly stated, bibliometrics refers to the numerical analysis of published

AVANT-PROPOS

Au fur et à mesure de l'évolution du programme de la statistique des sciences et de la technologie, Statistique Canada s'efforcera de publier autant de données annuelles que possible pour les diverses séries d'indicateurs. Parmi les indicateurs courants de l'activité scientifique et technologique au Canada, on compte les dépenses au titre de la recherche et du développement; les activités scientifiques de l'administration fédérale; le personnel affecté à l'activité scientifique et technologique; les inventions brevetées au Canada; les paiements et recettes internationaux au titre de la technologie et le commerce de certaines marchandises. Les tendances de ces indicateurs sont résumées dans la publication annuelle **Indicateurs de l'activité scientifique et technologique** (n° 88-201 au catalogue). Les données sur les dépenses au titre de la recherche et du développement sont convenablement diffusées par le biais de deux rapports annuels: **Statistiques sur la recherche et le développement industriels** (n° 88-202 au catalogue) et **Ressources consacrées à la recherche et au développement au Canada** (n° 88-203 au catalogue). La publication annuelle **Activités scientifiques fédérales** (n° 88-204F au catalogue) donne un aperçu des programmes fédéraux existants en matière de science et de technologie. On est également à préparer une revue annuelle sur les indicateurs des tendances des statistiques canadiennes sur les brevets, et un document de travail sur ces mesures a déjà été publié. Un nombre restreint d'exemplaires de "Evolution de brevets au Canada, 1984" peuvent être obtenus à la Division des sciences, de la technologie et du stock de capital.

Le présent document de travail vise à éprouver certaines statistiques bibliométriques afin de produire des indicateurs des résultats de la recherche canadienne et de ses incidences sur certains domaines de recherche. D'une manière générale, la bibliométrie est définie comme l'analyse

literature as a means of exploring the production, distribution and utilization of the literatures' contents.

The data source is the "Science Literature Indicators Data Bank" of the National Science Foundation (NSF). The indicators are compiled by Computer Horizons, Inc. on behalf of the NSF; and the procedures use data from the Institute for Scientific Information. It is recognized that there are limitations to this database and methodology which will affect the development of a Canadian program. However, the purpose of this working paper is primarily to test the limitations and use of bibliometric statistics in order to facilitate the development of appropriate indicators for Canada.

This working paper has been prepared by a consultant, Karen Walker, under the direction of Humphrey Stead, of the Science, Technology and Capital Stock Division.

numérique de publications par laquelle on étudie la production, la distribution et l'utilisation du contenu de ces publications.

La source de données est la "Science Literature Indicators Data Bank" de la National Science Foundation (NSF). La société Computer Horizons Inc. établit les indicateurs pour le compte de la NSF, et l'Institute for Scientific Information fournit les données nécessaires au traitement. Il est reconnu que cette méthode et cette base de données comportent certaines limites qui nuiront à l'élaboration d'un programme canadien. Cependant, le présent document de travail a pour objet principal de vérifier l'emploi et les limites des statistiques bibliométriques afin de favoriser l'établissement d'indicateurs appropriés pour le Canada.

Le présent document a été rédigé par Karen Walker, experte-conseil, sous la direction de Humphrey Stead, de la Division des sciences, de la technologie et du stock de capital.

TABLE OF CONTENTS

	Page
Introduction	7
Overview of Data	10
Canadian Research Performance	
Publications	13
Co-authorships	23
Citations	25
Bibliometrics and Canadian Research	32
Technical Notes	38
Definitions	50
Statistical Tables	53

TABLE DES MATIERES

	Page
Introduction	7
Aperçu des données	10
Bilan de la recherche canadienne	
Publications	13
Articles écrits en collaboration	23
Citations	25
L'Analyse bibliométrique et la recherche au Canada	32
Notes techniques	38
Définitions	50
Tableaux statistiques	53

INTRODUCTION

The progress of science and technology depends on research. The publication of research findings increases the pool of knowledge and facilitates the development of new knowledge. In recent years several quantitative methods have been developed to analyse the publication output from scientific activities. These methods are based on bibliometrics - the numerical analysis of a literature collection.(1) Counts of published research papers are used to provide descriptive information about the volume of research being performed; counts of citations to these research papers provide measures of the impact of the research. From this type of information, dependent on the depth of the analysis, it should be possible to describe the structure of Canadian science and our process of scientific development by:

- identifying trends and new developments, for specific disciplines or fields of science;
- identifying disciplines in which activity is expanding or declining;
- defining research relationships between various sectors of the economy and between countries; and
- identifying significant contributions to a specific discipline made by countries, institutions and scientists.

The concept behind this use of scientific literature is explained in the science indicators report series of the U.S. National Science Board:

"Scientific literature is one of the major direct outputs of research. Scientific and technical findings are generally published in professional

INTRODUCTION

Comme le progrès scientifique et technologique dépend de la recherche, la publication de résultats de travaux de recherche a pour effet d'accroître le bassin de connaissances et de favoriser le développement de nouvelles connaissances. Plusieurs méthodes quantitatives ont été mises au point, ces dernières années, dans le but d'analyser la production d'ouvrages découlant de l'activité scientifique. Ces méthodes sont fondées sur la bibliométrie, c'est-à-dire l'analyse numérique d'une série de publications(1). Le dénombrement des travaux de recherche publiés fournit des données descriptives sur le volume de recherches accomplies; le dénombrement des citations relatives à ces travaux de recherche permet de mesurer l'incidence de la recherche. Ce genre de renseignements devrait nous permettre, suivant le sérieux de l'analyse, de déterminer la structure de l'activité scientifique et le processus de l'évolution scientifique au Canada par les mesures suivantes:

- définir les tendances et les progrès de disciplines ou de domaines scientifiques précis;
- déterminer les disciplines où l'activité scientifique est en perte de vitesse et celles où elle est à la hausse;
- définir des relations de recherche entre divers secteurs de l'économie et entre des pays;
- reconnaître les progrès notables que des pays, des institutions et des scientifiques ont fait faire à une discipline particulière.

On explique le principe fondamental de cette utilisation de publications scientifiques dans la série de rapports sur les indicateurs de l'activité scientifique de la U.S. National Science Board:

"Les publications scientifiques comptent parmi les principaux produits directs de la recherche. Les découvertes scientifiques et techniques sont normalement

journals and thus add to the body of world scientific knowledge since scientists and engineers of all countries generally have access to this body of knowledge. The findings may stimulate further research or be used in a variety of practical applications in other fields, many of which are unanticipated at the time of the original research...

publiées dans des revues professionnelles et, de ce fait, viennent élargir le champ des connaissances scientifiques mondiales puisque celui-ci est généralement ouvert aux scientifiques et aux ingénieurs de tous les pays. Ces découvertes peuvent stimuler davantage la recherche ou servir à diverses applications pratiques dans d'autres domaines, bon nombre de ces applications n'étant pas envisagées au moment de la recherche originale...

"One of the ways that scientists and engineers acknowledge the contribution of former research and seek to differentiate or support their own findings is through citing previous publications. Under the assumption that the most significant literature will be more frequently cited than routine literature, citation indicators are used to measure the influence and quality of research. "(2)

"Les scientifiques et les ingénieurs reconnaissent l'apport de travaux de recherche antérieurs et cherchent à faire valoir leurs propres travaux en citant des ouvrages parus antérieurement. En supposant que les ouvrages les plus remarquables seront plus souvent cités que les ouvrages ordinaires, les indicateurs de citation servent à mesurer le degré d'influence et le degré de qualité de la recherche. "(2)

It is recognized that scientific literature does not comprise the total output from research activities. "Unsolved problems, oral communications, letters, internal memoranda and records, new types of instruments, are examples of output which may be very important for future scientific activity, but are, if not immeasurable, at least very hard to identify or measure. ...Nevertheless, the pressures and incentives to publish results are fairly strong within the science system throughout the world and the international character of scientific publication is very well established. Consequently, even though scientific papers do not represent the entire output of research activities, they do represent an important part of that output."(3)

Il est admis que les publications scientifiques ne rendent pas compte de toutes les activités de recherche. "Les problèmes non résolus, les communications orales, les lettres, les mémoires et études internes, de même que les nouveaux genres d'instruments sont des exemples de produits de recherche qui peuvent être primordiaux pour l'activité scientifique future et qui sont, sinon immensurables, du moins très difficiles à définir ou à mesurer. (...) Néanmoins, la nécessité de publier des résultats se fait beaucoup sentir au sein de la communauté scientifique, et le caractère international des publications scientifiques est très bien établi. Par conséquent, bien que les documents scientifiques ne rendent pas compte de tous les résultats des activités de recherche, ils en renferment une partie appréciable. "(3)

For a description of the theory for the use of bibliometrics as an indicator of scientific research activities as well as other examples of bibliometric indicators see **An Indicator of Excellence in Canadian Science,**

Pour une description de la théorie de l'utilisation de la bibliométrie comme indicateur des activités de recherche scientifique et pour d'autres exemples d'indicateurs bibliométriques, voir **Un indicateur de l'excellence de la recherche**

Catalogue No. 88-501E, 1985. A simplification of this report was published as **An Indicator of Excellence in Canadian Science: Summary Report**, Catalogue No. 88-507E, 1984.

This paper summarizes Canada's R&D efforts in terms of the volume of papers produced and their impact. First, Section 1 provides some introductory information on the data to be presented. In Section 2, possible trends and patterns for the defined scientific fields are examined along with international comparisons of Canada's activities. Section 3 provides more background information on the data bank and its structure.

The problems and limitations of bibliometric statistics as indicators of research productivity and impact have been and continue to be the topic of numerous studies; still, their use as indicators of research performance is becoming more common. With regards to the indicator data presented here, it is recognized that there are limitations to this database and methodology which will affect the development of a Canadian program. It is hoped this paper will contribute to the development of appropriate bibliometric indicators for Canada.

scientifique au Canada (n° 88-501F au catalogue, 1985). Une version abrégée de cette publication est parue sous le titre **Un indicateur de l'excellence de la recherche scientifique au Canada: Rapport sommaire** (n° 88-507F au catalogue, 1984).

Le présent document donne un aperçu des travaux de R-D exécutés au Canada en fonction du nombre de documents produits et de leur incidence. En premier lieu, on fournit dans la Section 1 des renseignements préliminaires sur les données qui doivent être présentées. Dans la Section 2, on analyse les tendances qui se dégagent de domaines scientifiques déterminés et on compare l'activité scientifique au Canada et celle d'autres pays. La Section 3 contient des renseignements complémentaires sur la banque de données et sa structure.

Les lacunes et les limites des statistiques bibliométriques qui servent d'indicateurs des résultats et de l'incidence de la recherche scientifique ont fait et font encore l'objet de nombreuses études. Cela n'empêche pas qu'elles soient de plus en plus utilisées comme indicateurs de l'excellence de la recherche. Pour ce qui a trait aux données contenues dans le présent document, il est reconnu que la base de données et la méthode qui y sont décrites présentent des restrictions qui influeront sur l'élaboration d'un programme canadien. Nous espérons que ce document permetttra de définir des indicateurs bibliométriques appropriés pour le Canada.

OVERVIEW OF DATA

The data source is the "Science Literature Indicators Data Bank", compiled by Computer Horizons, Inc. (CHI) on behalf of the National Science Foundation (NSF) for use in the **Science Indicators** report series. The procedures employ data from the Science Citation Index (SCI) database of the Institute for Scientific Information (ISI)(4). In general, the statistics from the CHI data bank are available on an annual basis from 1973-1982, and for eight broad fields of science: Clinical Medicine, Chemistry, Biomedical Research, Physics, Engineering and Technology, Biology, Earth and Space Science and Mathematics. For the majority of the indicators, a seven country set has been identified: the U.S.A., the U.K., West Germany, France, the U.S.S.R., Japan and Canada. Authors from these countries account for three-quarters of all published papers recorded in the SCI database for the period under review.

The indicator data are derived from the analysis of all papers, i.e., 'articles, notes and reviews', published annually in some 2,300 journals which were monitored for the SCI in 1973. The 1973 journal set has been held constant so that time series analysis can be made. For 1982 this journal set contained about 289,000 papers. Beginning with 1981, CHI has expanded the journal set for its analysis to include all journals monitored for the SCI in 1981 (3,100). For 1982, this revised journal set contained about 372,000 papers. Statistical Table 5 presents national shares, for the seven selected countries, of the world's research papers by field for both journal sets. As might be expected, because of the international expansion of science, for all fields combined there is a small decrease in national shares for six of the seven countries; the U.S.S.R. and 'Rest of world' show a small increase. This redistribution of national shares

APERÇU DES DONNÉES

La source de données est la "Science Literature Indicators Data Bank" qui est établie par Computer Horizons Inc. (CHI) pour le compte de la National Science Foundation (NSF) en vue d'être utilisée dans la série de rapports sur les indicateurs de l'activité scientifique. Pour le traitement, on puise dans la base de données du Science Citation Index (SCI) de l'Institute for Scientific Information (ISI)(4). En règle générale, la banque de données de CHI contient des statistiques annuelles pour la période de 1973 à 1982 et ces statistiques couvrent huit grandes disciplines scientifiques: médecine clinique, chimie, recherche biomédicale, physique, génie et technologie, biologie, sciences de la terre et de l'espace et mathématiques. Pour la majorité des indicateurs, on a défini un ensemble de sept pays: États-Unis, Royaume-Uni, Allemagne de l'Ouest, France, U.R.S.S., Japon et Canada. Ces pays ont produit les trois quarts de toutes les publications inscrites dans la base de données du SCI pour la période à l'étude.

Les données sur les indicateurs proviennent de l'analyse de tous les articles (c'est-à-dire, articles, notes et comptes rendus) publiés annuellement dans quelque 2,300 revues qui ont été dépouillées pour le SCI en 1973. Comme cet ensemble de revues n'a pas été modifié depuis, il se prête à l'analyse de séries chronologiques. Pour 1982, l'ensemble contenait environ 289,000 articles. En 1981, CHI a élargi cet ensemble pour y inclure toutes les revues dépouillées pour le SCI en 1981 (3,100). Un an plus tard, le nouvel ensemble contenait environ 372,000 articles. Le tableau statistique 5 donne la répartition par domaine et par pays (pour les sept pays précités) des articles scientifiques produits dans le monde pour les deux ensembles de revues. Comme l'expansion internationale de la science pouvait le laisser prévoir, six des sept pays en question ont vu leur part respective d'articles scientifiques diminuer légèrement pour l'ensemble des domaines étudiés; l'U.R.S.S. et le "reste du monde" ont enregistré une légère augmentation. Cette

occurs at the field level as well. Notable differences include: the publication output for West Germany, Canada and the U.S.S.R. in mathematics; the output for Japan in engineering and technology; and of particular importance, the output for Canada in the field of biology. The statistics presented in this paper are based on the 1973 journal set in order that possible trends in international research activities may be examined.

redistribution des proportions nationales s'opère également au niveau de chaque domaine. On observe les différences les plus notables aux chapitres suivants: les articles de mathématiques produits en Allemagne de l'Ouest, au Canada et en U.R.S.S.; les articles de génie et de technologie produits au Japon et, plus particulièrement, les articles de biologie produits au Canada. Les statistiques contenues dans le présent document sont fondées sur l'ensemble de revues de 1973 de sorte qu'on puisse analyser les tendances probables dans les activités de recherche internationales.

There are an estimated 25,000 journals published in the world today. The SCI currently monitors only 3,100 of them, however these journals are considered to cover the central core of the world's scientific literature, containing at least 75% of all of the science which is of international relevance.(5) The selection of journals by the ISI for inclusion in its information systems is based on the international use of the publications and includes a large-scale citation analysis of the most frequently cited journals. While the ISI journals are considered to monitor the mainstream of output from the international S&T publication process it must be remembered that much work relevant to Canadian problems may be published in journals not in the "mainstream". This research, since it is not included in the SCI, can not be covered in this analysis. All countries would have a similar problem; i.e., the present methodology is biased towards "international" or U.S. science.

On estime à 25,000 le nombre de revues publiées aujourd'hui dans le monde. Bien que le SCI n'en couvre actuellement que 3,100, on considère que celles-ci constituent le noyau de la littérature scientifique mondiale puisqu'elles contiennent au moins 75% de tous les articles scientifiques qui sont de pertinence internationale(5). Pour choisir les revues destinées à ses systèmes d'information, l'ISI vérifie si elles sont diffusées à l'échelle internationale et procède à une grande analyse de citation des revues les plus fréquemment citées. Même si les revues répertoriées par l'ISI sont censées constituer le noyau des publications internationales en matière de science et de technologie, il faut se rappeler que beaucoup d'articles sur des sujets qui intéressent particulièrement le Canada peuvent être publiés dans des revues qui ne font pas partie de ce noyau. Comme ces articles de recherche ne sont pas inclus dans le SCI, ils ne peuvent être compris dans la présente analyse. Le même problème peut s'appliquer à tous les pays, puisque, de par sa nature "internationale", le système actuel est axé sur les publications américaines.

However, assessments of the SCI as a basis for a study of world research conclude that on the whole it is an adequate data source. The following caveats are noted: the SCI is biased towards the clinical medicine area, journals published in the U.S.A., and to a lesser extent, other English-language journals. For Canada at

Malgré cela, des études visant à évaluer le rôle fondamental du SCI dans une analyse de la recherche mondiale montrent qu'il s'agit là d'une source de données adéquate dans l'ensemble. Notons toutefois les inconvénients suivants: le SCI est surtout axé sur la médecine clinique, les revues publiées aux États-Unis et, dans une moins large mesure, d'autres

least, these two biases tend to cancel each other since areas which may be under-represented in the journals monitored (engineering, biology, earth and space science and mathematics), are areas in which there may be an over-representation of English-language journals, particularly those of the U.S.A.(6)

journaux de langue anglaise. Pour le Canada du moins, ces deux inconvénients tendent à s'annuler puisque les domaines qui peuvent être sous-représentés dans les revues recensées (génie, biologie, sciences de la terre et de l'espace et mathématiques) sont ceux où il peut y avoir une surreprésentation de revues de langue anglaise, particulièrement de revues américaines(6).

CANADIAN RESEARCH PERFORMANCE

Publications

In 1973, Canadian authors were responsible for about four per cent of the world's scientific papers as represented by the Science Citation Index, and our share of world activity has remained more-or-less stable since then. Chart 1 presents national shares of the world's publication output for the seven country set in 1973 and 1982, along with corresponding changes in publication levels over this period. The number of published papers identified with a Canadian author totalled 11,906 for 1973, and 11,744 for 1982 - a drop of 1.3% between the two years(7). While this is by no means an alarming change, as a benchmark for comparisons with activities elsewhere we note that the volume of total world output (the number of papers being published by the journals monitored), increased by 6.5%.

BILAN DE LA RECHERCHE CANADIENNE

Publications

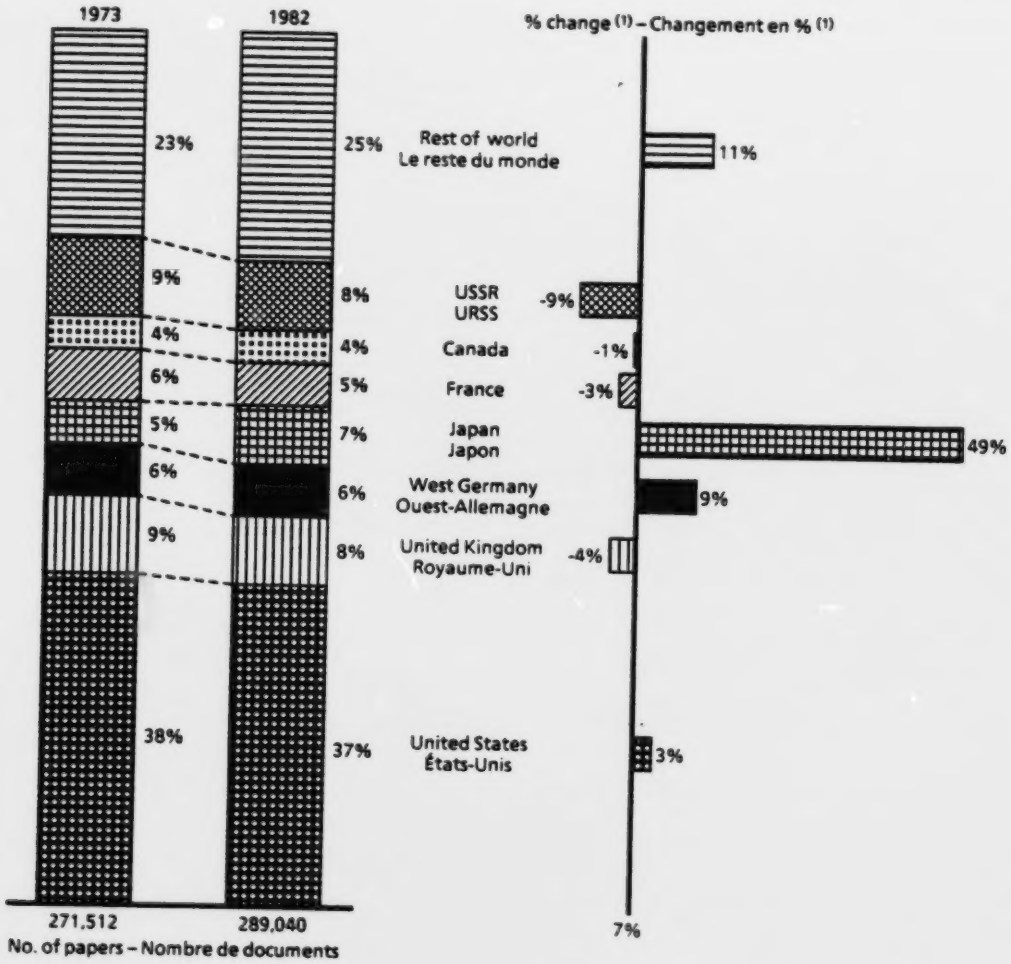
En 1973, on attribuait aux auteurs canadiens environ 4% des articles scientifiques recensés dans le monde par le Science Citation Index et, depuis, ce pourcentage est demeuré à peu près le même. Le graphique 1 donne, pour 1973 et 1982, la proportion des ouvrages publiés dans le monde par chacun des sept pays étudiés, de même que les variations correspondantes du volume de publication sur l'ensemble de la période. Le nombre d'articles d'auteurs canadiens s'élevait à 11,906 en 1973, comparativement à 11,744 en 1982, soit une baisse de 1.3% entre les deux années(7). Bien que cette baisse n'ait rien d'inquiétant, nous constatons, à titre de comparaison avec ce qui se fait ailleurs, que le volume total de publication à l'échelle mondiale (le nombre d'articles publiés dans les revues recensées) s'est accru de 6.5%.

Chart - 1

Country Shares of the World's Research Papers

Parts nationales dans la production mondiale de documents de recherche

Graphique - 1



(1) Represents the percentage change of the total number of papers in 1982 over the number in 1973.
(1) Représente le changement en pourcentage du nombre totale de documents de recherche en 1982 comparé à celui de 1973.
Source: Science Literature Indicators Data Bank, Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.
Source: Banque de données des indicateurs des documents scientifiques, Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.

The most noticable changes in national shares concern Japan and the 'Rest of world' category. Japan's relative share of world activity increased from 5.3% in 1973 to 7.3% in 1982; in order to do this the volume of Japanese-authored papers had to increase by nearly 50%.

The U.S.A. is the predominant source of the world's research output as represented here. Almost half of all the papers in the SCI database fall within the fields of clinical medicine and biomedical research and therefore help to support this large U.S. share. As shown in Statistical Table 1, over the period 1973-1982, the U.S. experienced significant declines in its world share for four of the other six fields. On the other hand, Japan showed extensive increases in its publication output and share of international activity for seven of the eight fields (and maintained its level of activity in the eighth).

Chart 2 shows the contribution by authors of the selected countries to the world's research papers, for each of the eight fields over the decade. Clinical medicine, the largest field in the database in terms of numbers of papers published, represented 29% of all papers published between 1973 and 1982. The smallest fields were earth and space science (4%) and mathematics (3%).

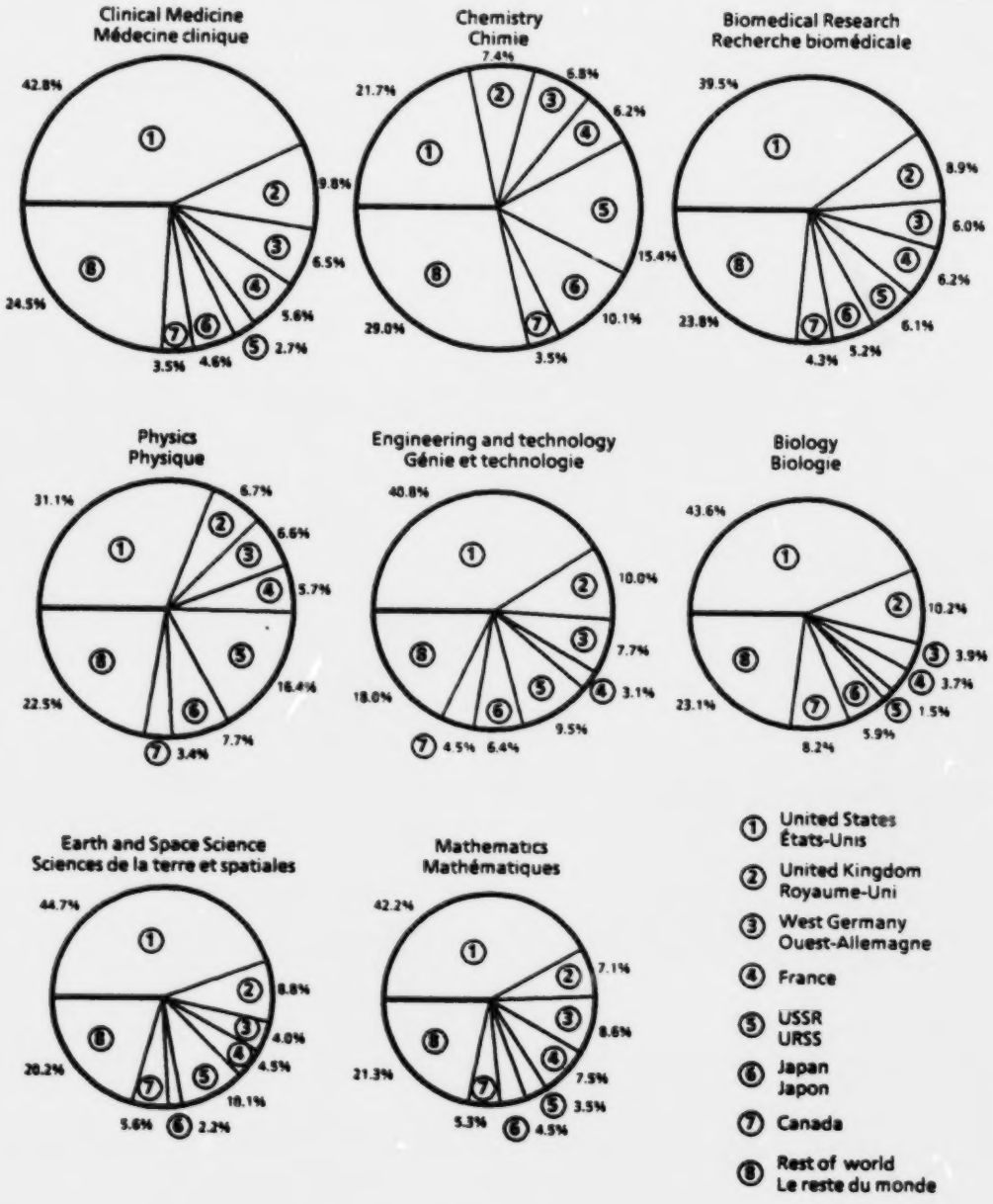
Le Japon et le "reste du monde" sont ceux où les variations les plus notables ont été enregistrées. La part relative du Japon au niveau mondial est passée de 5.3% en 1973 à 7.3% en 1982; cette hausse suppose nécessairement une augmentation de près de 50% du nombre d'articles d'auteurs japonais.

Comme l'indique le graphique, les États-Unis sont le principal bassin de recherche mondiale. Près de la moitié de tous les articles contenus dans la base de données du SCI entrent dans les domaines de la médecine clinique et de la recherche biomédicale, ce qui tend à renforcer la place déjà importante qu'occupent les États-Unis dans la recherche mondiale. Comme l'indique le Tableau statistique 1, les États-Unis ont vu leur part du volume mondial de publication baisser sensiblement, entre 1973 et 1982, dans quatre des six autres domaines. Par ailleurs, le Japon a vu son volume de publication et sa part de l'activité internationale croître de façon marquée dans sept domaines sur huit (et a maintenu son volume d'activité dans le huitième domaine).

Le graphique 2 donne, pour la période 1973-1982, la proportion des articles scientifiques attribués aux auteurs de chaque pays étudié pour chacun des huit domaines. La médecine clinique, domaine sur lequel portent une majeure partie des articles inclus dans la base de données, représentait 29% de tous les articles publiés entre 1973 et 1982. Les domaines les moins importants étaient les sciences de la terre et de l'espace (4%) et les mathématiques (3%).

Chart - 2
World's Research Papers, by Field, 1973-1982

Graphique - 2
Documents de recherche publiés dans le monde, selon la discipline, 1973-1982



Source: Science Literature Indicators Data Bank, Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.
Source: Banque de données des indicateurs des documents scientifiques, Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.

Chart 3 presents Canada's share of world output by field for 1973 and 1982, along with corresponding changes in publication levels. For the latter part of the decade, Canadian authors were apparently contributing relatively less in five fields and relatively more in three, compared to publication output levels at the start.

The largest increase in the number of papers published by Canadian authors over the decade was in the field of clinical medicine (18%). However, because publications from the rest of the world rose by a similar amount (13%), our share of international activity increased only slightly.

The clinical medicine field is composed of 34 subfields or specialities. Canadian authors contributed papers in all of them, accounting for 3.5% of the world's output for this field during the decade 1973-1982. As shown in Table 1, our research publication activity in five subfields (addictive diseases, allergy, anesthesiology, respiratory system and veterinary medicine) was relatively higher than this overall value. For 1982 alone, our largest contribution was in addictive diseases; although with only 34 papers, Canadian authors accounted for 12.5% of the world's total output for this subfield (see Statistical Table 2).

Based on our share of world research output in four of the eight fields, Table 1 attempts to highlight areas of strength in Canada's international research performance. Data are presented for subfields in which Canadian authors were responsible for relatively more than our share of the world's publication output for the 'field in total' over the decade. Details of Canadian activity for each of the 99 subfields for 1982 can be found in Statistical Table 2.

Le graphique 3 montre la part du Canada dans la publication mondiale d'articles scientifiques par domaine, pour 1973 et 1982, de même que les variations correspondantes du volume de publication. Comparativement au début de la décennie étudiée, l'apport des auteurs canadiens dans la deuxième moitié de la décennie a été relativement moindre dans cinq domaines et relativement supérieur dans trois.

C'est dans le domaine de la médecine clinique (18%) qu'on a observé la plus forte augmentation du nombre d'articles d'auteurs canadiens au cours de la décennie étudiée. Toutefois, comme le nombre de publications à l'échelle mondiale s'est accru à peu près dans la même mesure (13%), notre part de l'activité internationale ne s'est accrue que légèrement.

La médecine clinique se compose de 34 catégories ou spécialités. Les auteurs canadiens ont produit dans toutes ces catégories des textes qui représentent 3.5% de la production mondiale dans ce domaine durant la période 1973-1982. Comme l'indique le Tableau 1, ils ont été relativement plus productifs au plan mondial dans cinq catégories (toxicomanies, allergies, anesthésiologie, appareil respiratoire et médecine vétérinaire). En 1982, les auteurs canadiens se sont surtout signalés au chapitre des toxicomanies. Bien que leur contribution se soit résumée à 34 articles, ceux-ci ont totalisé 12.5% de la production mondiale dans cette catégorie (voir Tableau statistique 2).

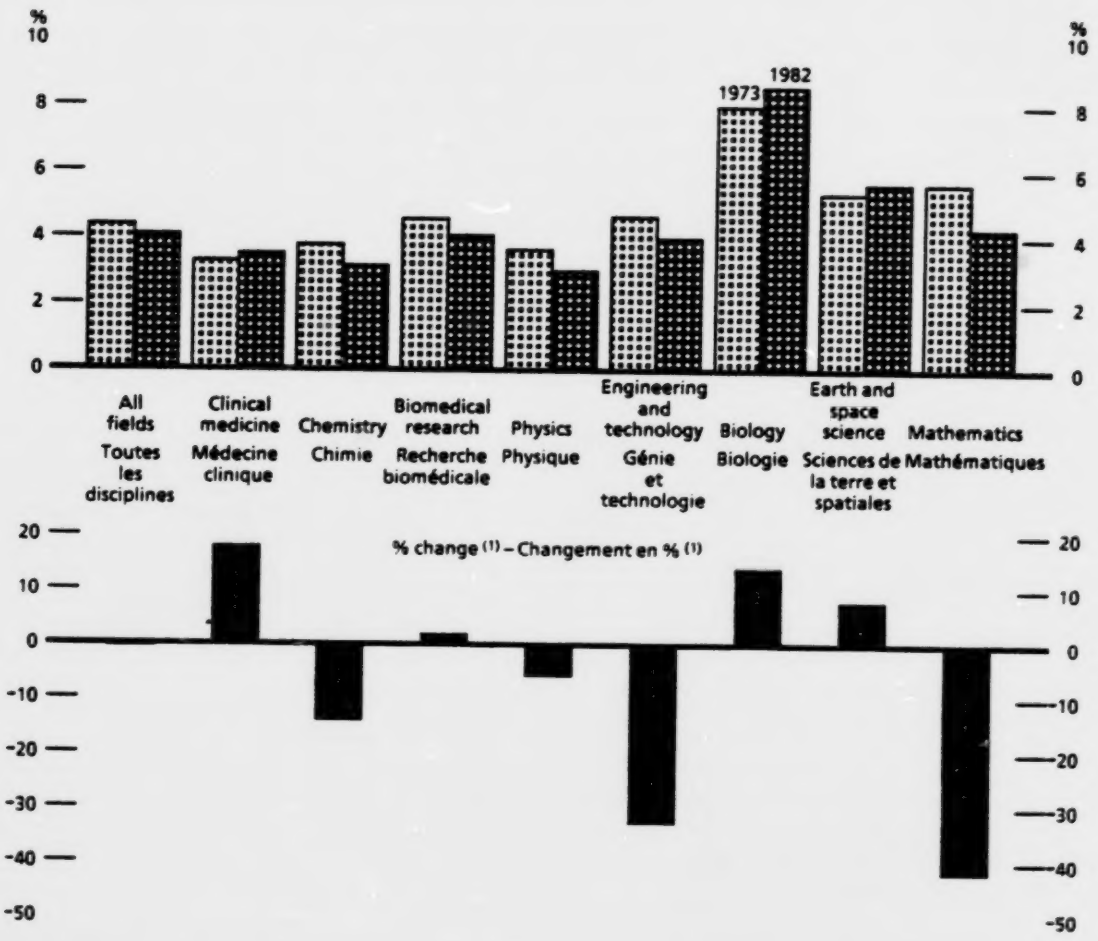
En nous fondant sur la part canadienne de la production mondiale d'articles scientifiques dans quatre des huit domaines de recherche, nous tentons de dégager dans le Tableau 1 les points forts de la recherche canadienne à l'échelle internationale. Les données de ce tableau concernent les spécialités pour lesquelles la proportion d'articles canadiens dans le monde a été supérieure à la proportion d'articles canadiens touchant le domaine en général pour la période de 1973 à 1982. Le Tableau statistique 2 décrit l'activité canadienne de publication en 1982 pour chacune des 99 spécialités.

Chart - 3

Canada's Share of the World's Research Papers, by Field

Graphique - 3

Part du Canada dans la production mondiale de documents de recherche, selon la discipline



(1) Represents the percentage change in the total number of papers published in 1982 over the number published in 1973.
(1) Représente le changement en pourcentage du nombre total de documents de recherche publiés en 1982 comparé à celui de 1973.

Source: Science Literature Indicators Data Bank, Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.
Source: Banque de données des indicateurs des documents scientifiques, Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.

TABLE 1. Canada's Share of the World's Research Papers for Selected Subfields, 1973-1982

TABLEAU 1. Proportion d'articles scientifiques canadiens dans le monde pour certaines spécialités, 1973-1982

Fields/Subfields Domaines/spécialités	Number of research papers Nombre d'articles scientifiques	Percent of world share Pourcentage d'articles canadiens
Clinical medicine		
Médecine clinique	**27,914**	**3.5**
Addictive diseases		
Toxicomanies	259	10.1
Allergy		
Allergie	260	5.3
Anesthesiology		
Anesthésiologie	617	6.1
Respiratory system		
Appareil respiratoire	504	6.0
Veterinary medicine		
Médecine vétérinaire	1,617	6.5
Biomedical research		
Recherche biomédicale	**18,468**	**4.3**
Physiology		
Physiologie	2,475	8.9
Microbiology		
Microbiologie	1,841	6.0
Biomedical engineering		
Génie biomédical	451	5.9
Anatomy and morphology		
Anatomie et morphologie	385	5.8
Engineering and technology		
Génie et technologie	**11,058**	**4.5**
Chemical engineering		
Génie chimique	1,811	7.1
Materials science		
Science des matériaux	1,654	6.7
Operations research		
Recherche opérationnelle	250	5.7
Biology		
Biologie	**19,715**	**8.2**
General zoology		
Zoologie générale	2,384	26.2
Entomology		
Entomologie	2,015	12.2
Dairy animal science		
Science des élevages laitiers	2,031	11.8
Marine biology and hydrobiology		
Biologie marine et hydrobiologie	1,898	11.6

Source: Science Literature Indicators Data Bank, Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.

Canada was responsible for 3.5% of the world's research papers published in chemistry over the decade. As shown in Chart 3, our world representation declined significantly from 3.8% in 1973 to 3.2% in 1982 and was accompanied by a drop of 14% in the number of papers produced in these two years. The U.K. and France both experienced similiar but larger declines in activity for this field, while the growing volume of papers by West German and Japanese authors is notable. For 1982, Canadian activity at the subfield level showed contributions to each of the seven chemistry specialities; our share of the world's publication output ranged from 1.3% in applied chemistry to 3.8% in analytical chemistry (see Statistical Table 2).

Dans le domaine de la chimie, la production canadienne d'articles scientifiques a figuré pour 3.5% de la production mondiale au cours de la période étudiée. Comme l'indique le graphique 3, la proportion d'articles canadiens portant sur la chimie a baissé sensiblement entre 1973 et 1982, passant de 3.8% à 3.2%; de plus, le nombre d'articles produits en 1982 a baissé de 14% par rapport à 1973. Le Royaume-Uni et la France ont également enregistré une baisse d'activité dans ce domaine au cours de la période visée, cette baisse étant toutefois plus marquée qu'au Canada, tandis qu'en Allemagne de l'Ouest et au Japon, l'activité de publication a connu un essor remarquable. Pour ce qui a trait aux catégories, les auteurs canadiens ont rédigé des articles dans chacune des sept spécialités en 1982, la proportion des articles canadiens variant de 1.3% en chimie appliquée à 3.8% en chimie analytique (voir Tableau statistique 2).

Biomedical research includes such fast growing disciplines as genetics, physiology, biomedical engineering, cell biology and microbiology. The U.S. tends to dominate this field (40% of world share), however there were substantial increases in world shares for the U.S.S.R. and Japan. Canadian authors were particularly active in the subfields of physiology, biomedical engineering, microbiology and anatomy and morphology (see Table 1 and Statistical Table 2).

La recherche biomédicale englobe des disciplines en pleine expansion comme la génétique, la physiologie, le génie biomédical, la cytologie et la microbiologie. Bien que les États-Unis tendent à s'imposer dans le domaine (40% de la production mondiale d'articles), l'U.R.S.S. et le Japon ont vu leur part respective de la production mondiale s'accroître sensiblement. Les auteurs canadiens ont été particulièrement productifs dans les catégories suivantes: physiologie, génie biomédical, microbiologie et anatomie et morphologie (voir Tableau 1 et Tableau statistique 2).

As shown in Chart 3, Canada's publication level decreased by 6% over the 1973-1982 period for physics; consequently our share of world activity declined (from 3.7% to 3.0%). Comparing publication activities in the first half of the decade (1973-1977) to following years (1978-1982) we note Canada's rate of decline in world share was surpassed only by that of the U.K. (see Statistical

Comme l'indique le graphique 3, le nombre de publications dans le domaine de la physique au Canada a diminué de 6% entre 1973 et 1982, faisant ainsi passer la part canadienne de la production mondiale de 3.7% à 3.0%. Si nous comparons l'activité de publication des divers pays dans la première moitié de la période (1973-1977) à celle observée dans la deuxième moitié (1978-1982), nous constatons que seule la part britannique de

Table 1). Japan, the 'Rest of world' and West Germany all made substantial increases in their contributions to this field.

la production mondiale d'articles s'effrite plus rapidement que la part canadienne (voir Tableau statistique 1). Le Japon, le "reste du monde" et l'Allemagne de l'Ouest ont tous trois vu leur part respective de la production mondiale dans le domaine s'accroître de façon appréciable.

Almost 5% of the international publication activities covered by engineering and technology related journals, were attributed to Canadian authors. We had a fairly small representation in most of the 13 subfields; however, as shown in Table 1, in three subfields our participation levels were relatively higher than for the field in total. At the field level, attention is drawn to the expanding activities of France and Japan (Statistical Table 1). The U.S.A. appears to be holding on to its world position, despite a decline in its publication output. In fact there was an overall fall in the world's publication output during the decade.

Près de 5% des articles scientifiques publiés dans le monde à propos du génie et de la technologie ont été attribués à des auteurs canadiens. La contribution canadienne a été plutôt modeste dans la plupart des treize catégories, toutefois, comme l'indique le Tableau 1, la proportion d'articles canadiens dans trois de ces catégories a été supérieure à la proportion d'articles canadiens pour le domaine en général. Il faut par ailleurs souligner les progrès sensibles que la France et le Japon ont réalisés à ce chapitre (Tableau statistique 1). Les États-Unis semblent conserver leur portion dominante malgré une baisse du nombre de publications. De fait, il y a eu une baisse globale du nombre de publications en génie et en technologie au cours de la période étudiée.

The greatest Canadian share of world research output activity was in biology, representing 8.2% of the total publication output for the decade. The number of Canadian papers produced increased 14% over the 1973-1982 period. Areas of strength include entomology, marine biology and hydrobiology and dairy animal science (see Table 1).

C'est dans le domaine de la biologie que la part canadienne de la production mondiale d'articles scientifiques a été la plus élevée, soit 8.2% pour la période étudiée. Au cours de cette même période, le nombre d'articles d'auteurs canadiens s'est accru de 14%. Les auteurs canadiens se sont particulièrement distingués dans les domaines de l'entomologie, la biologie marine et l'hydrobiologie et la science des élevages laitiers (voir Tableau 1).

Earth and space science is the third field in which Canadian production levels increased over the period (by 8%), resulting in our share of world activity representing 5.7% of total output for this field in 1982. Of particular note for this year, is our international participation rate for the earth and planetary science specialty (7.7% or 355 research papers as shown in Statistical Table 2).

Les sciences de la terre et de l'espace sont le troisième domaine où il y a eu une progression de l'activité canadienne de publication au cours de la période (8%). Cette progression a d'ailleurs eu pour effet de porter la part canadienne de la production mondiale d'articles dans ce domaine à 5.7% en 1982. Il convient de souligner que, cette année-là, la proportion d'articles canadiens publiés dans le monde sur la géodésie et la géomorphologie a été de 7.7% ou 355 articles scientifiques comme l'indique le Tableau statistique 2.

The mathematics field is the smallest of the fields in the database and most dramatic in terms of changes in countries publications levels between 1973 and 1982. Canada's share of international literature fell by nearly two percentage points over this ten year period and the actual number of Canadian authored papers for 1982 totalled little more than half the count for 1973. The remaining countries in the group of seven, excluding the U.S.S.R. and Japan, also experienced significant declines in activity. U.S. contributions dropped from 48% of world share in 1973 to 39% in 1982 - an effect of the large fall (38%) in published output between the two years.

From the many quantitative and qualitative studies of scientific literature it has been shown that every discipline has its own inherent communication characteristics. Each seems to have a particular method of communicating research findings which is used more frequently than others; hence productivity levels may appear to vary substantially among disciplines. For example, in the technical sciences, oral communications (e.g., congresses) tend to be used more than written communications such as journal papers. Researchers in the area of plasma physics are known to send their results directly to interested collegues rather than taking the longer route of publishing them in journals.(8) As well, editorial practices such as page limitations (which also affect the number of references in a paper) or costs (which presumably have a limiting effect on the number of papers published) vary considerably among disciplines.(9)

Disciplinary characteristics, like those above, will strongly influence bibliometric analyses such as publication (and citation) counting, and must be kept in mind when examining field

Les mathématiques sont le plus petit domaine de la base de données et celui où les pays ont enregistré les plus fortes variations de volume de publication entre 1973 et 1982. Au cours de cette période, la part canadienne de la production mondiale a baissé de près de deux points de pourcentage et le nombre d'articles d'auteurs canadiens, en 1982, a été légèrement supérieur à la moitié du nombre enregistré en 1973. Les autres pays du groupe, sauf l'U.R.S.S. et le Japon, ont également enregistré une baisse appréciable du nombre de leurs publications. La proportion d'articles américains dans le monde est passée de 48% en 1973 à 39% en 1982; cela est imputable à la forte baisse (38%) du nombre d'articles publiés entre les deux années.

Les nombreuses analyses quantitatives et qualitatives de la littérature scientifique ont montré que chaque discipline a ses propres caractéristiques de communication. Chacune semble avoir sa propre méthode de communication des découvertes scientifiques, qui est utilisée plus souvent que d'autres. C'est pourquoi les niveaux de productivité peuvent sembler varier sensiblement d'une discipline à une autre. Ainsi, dans les sciences techniques, on tend à recourir davantage à la communication orale, notamment par les congrès, qu'à la communication écrite, par exemple par les revues. Les scientifiques oeuvrant en physique des plasmas ont la réputation de communiquer directement leurs découvertes à des collègues intéressés plutôt que de s'évertuer à les publier dans des revues(8). De même, les règles de rédaction, comme la limitation du nombre de pages (qui influe aussi sur le nombre de références dans un article), ou les coûts (qui ont vraisemblablement pour effet de limiter le nombre d'articles publiés) varient considérablement d'une discipline à une autre(9).

Ces caractéristiques propres influeront grandement sur les analyses bibliométriques, comme le dénombrement des publications (et des citations), et doivent être prises en considération lorsqu'on

activity. Ideally, we should concentrate on individual disciplines. The national publication counts series presented here are available by subfield (see Table 1 and Statistical Table 2). Unfortunately, the national citation indicators series, which provide measures of the impact of research activities, are not available at the subfield level.

étudie l'activité qui s'exerce dans un domaine quelconque. Idéalement, il faudrait concentrer notre attention sur chacune des disciplines. Il est possible de connaître le nombre de publications canadiennes par catégorie (voir Tableau 1 et Tableau statistique 2). Il n'en va malheureusement pas de même pour le nombre de citations de publications canadiennes, qui sert à mesurer l'incidence des activités scientifiques.

Co-authorships

Data on co-authored papers can provide useful information about a country's involvement in the international research community. As discussed in **Science Indicators - 1982,** co-authorship is fairly common among researchers of the same organization and in some fields where team efforts are more prevalent. For example, much of the advanced physics work is now conducted at large and unique facilities that are too expensive to duplicate in each country, and which have numerous visiting foreign researchers. The earth and space science field is also considered to be global in nature, necessitating collaborative research between different countries. Finally, mathematics is not a facility-bound field, making collaborative efforts possible through the exchange of papers and ideas.(10)

In 1982, a total of 5,558 co-authored papers having at least one Canadian address were identified in the SCI database. Fifty-five percent of these were combinations within Canada; the other 45% involved a foreign author. As presented in Table 2 the distribution of Canadian co-authorship linkages among countries shows a slight change in activity over the decade. Co-authorships with U.S. residents decreased in relative share of total co-authored output from 53% for the first half of the decade to 49% for the second. Small increases

Articles écrits en collaboration

Les données sur les articles rédigés en collaboration peuvent fournir des renseignements utiles sur la place qu'occupe un pays dans la communauté scientifique internationale. Comme on l'indiquait dans **Science Indicators - 1982,** la collaboration d'auteurs est un phénomène assez répandu chez les chercheurs d'un même organisme et dans certains domaines où le travail en équipe est chose courante. Par exemple, la plupart des recherches poussées en physique se font désormais dans de grands laboratoires uniques qu'on ne peut retrouver dans tous les pays à cause de leur coût et où oeuvrent, à titre d'invités, de nombreux chercheurs étrangers. Les sciences de la terre et de l'espace sont également considérées comme un domaine à caractère global qui exige une collaboration entre divers pays. Enfin, les mathématiques n'étant pas une science qui se pratique en laboratoire, elles permettent une collaboration par l'échange de documents et d'idées(10).

En 1982, la base de données du SCI comptait en tout 5,558 articles rédigés en collaboration qui portaient le nom d'au moins un auteur canadien. De ce nombre, 55% étaient rédigés uniquement par des auteurs canadiens; le reste portaient le nom d'un auteur étranger. Comme l'indique le Tableau 2, les données sur la collaboration d'auteurs canadiens avec des auteurs d'autres pays révèlent une légère évolution au cours de la période étudiée. La proportion des articles rédigés conjointement par des Canadiens et des Américains a diminué par rapport à l'ensemble des articles rédigés en collaboration,

occured with five of the other countries shown; that in Canadian co-authorship activity with French researchers being the most notable.

passant de 53% durant la première moitié de la période à 49% durant la deuxième moitié. De légères augmentations ont été enregistrées dans le cas de cinq autres pays, la collaboration avec des auteurs français étant celle qui a connu la plus forte croissance.

TABLE 2. International Co-authorship Linkages with Canada

TABLEAU 2. Collaboration d'auteurs canadiens avec des auteurs d'autres pays

Country Pays	1973-1977		1978-1982	
	Average number Nombre moyen	%	Average number Nombre moyen	%
United States États-Unis	865	53	1,052	49
United Kingdom Royaume-Uni	215	13	256	12
France	89	6	172	8
West Germany Allemagne de l'Ouest ..	51	3	81	4
Japan Japon	29	2	59	3
Italy Italie	-	-	31	1
Sweden Suède	-	-	28	1
U.S.S.R. U.R.S.S.	7	-	7	-
Rest of World Reste du monde	364	22	474	22
Co-authorships with foreign countries Articles écrits en collaboration avec des auteurs d'autres pays	1,621	40	2,158	43
Co-authorships within Canada Articles écrits en collaboration par des auteurs canadiens seulement	2,433	60	2,833	57

Source: Science Literature Indicators Data Bank, Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.

Co-authorship data for each of the eight fields are presented in Statistical Table 3. Canadian co-authorships have increased in all fields over the decade; and while the U.S.A. dominates our links with foreign countries, its relative share fell in each field for this period. The most internationally co-operative fields were mathematics (i.e., about 85% of all co-authorships were with foreign authors), physics (67%), earth and space science (61%) and chemistry (61%).

Le Tableau statistique 3 contient des données sur la collaboration d'auteurs pour chacun des huit domaines. La collaboration d'auteurs canadiens à des articles s'est accrue dans tous les domaines au cours de la période étudiée, et, bien que les États-Unis représentent la principale source de collaborateurs étrangers, leur part relative a diminué dans tous les domaines au cours de la période. Les domaines où la collaboration d'auteurs étrangers a été la plus manifeste sont les mathématiques (environ 85% de tous les articles écrits en collaboration dans ce domaine l'ont été avec des auteurs étrangers), la physique (67%), les sciences de la terre et de l'espace (61%) et la chimie (61%).

Citations

As noted earlier, citation counts can be used as indicators of the impact of research findings, and are based on the premise that the most significant literature will be more frequently cited than routine literature. The analyses which follow are based on citations made to papers published in two years, 1973 and 1979. The papers in 1973 have been cited over the years 1974-1982; and those published in 1979 have been cited for only three years, 1980-1982. All publications and citations are from the 1973 journal set. To determine the impact of a country's research papers, a ratio is used which compares the number of citations a country receives to the number of papers it produces.

Citations

Comme il a été mentionné plus tôt, le nombre de citations peut être utilisé comme indicateur de l'incidence des découvertes scientifiques et il s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle les ouvrages les plus remarquables sont plus souvent cités que les ouvrages ordinaires. Les analyses qui suivent sont fondées sur des citations d'articles publiés en 1973 et 1979. Les articles parus en 1973 ont été cités au cours de la période 1974-1982 tandis que ceux publiés en 1979 ont été cités sur une période de trois ans, soit 1980-1982. Toutes les publications et les citations sont issues de la série de revues de 1973. Pour évaluer l'incidence des articles scientifiques que produit un pays, on se sert d'un ratio qui permet de comparer le nombre de citations concernant des textes de ce pays et le nombre de textes qu'il produit.

Table 3 presents relative citation ratios of the international use of Canadian-authored papers. The ratio is calculated by dividing that proportion of the world's citations which are made to Canadian-authored papers (for a specific field) by Canada's percentage share of all published papers (for the specific publication year and field) in the database. A ratio of greater than one indicates relatively

Le Tableau 3 donne les ratios de citation relatifs pour les articles d'auteurs canadiens cités à l'étranger. On calcule ce ratio en divisant la proportion de citations dans le monde qui concernent des articles d'auteurs canadiens (pour un domaine particulier) par la proportion d'articles canadiens inclus dans la base de données des articles publiés (pour le domaine et l'année de publication spécifiés). Un ratio supérieur à un

more references were made to Canadian authored papers than expected from the number of published papers attributed to Canada in the SCI database. Conversely, a ratio of less than one indicates a lower citation rate and, presumably, less impact. Unfortunately, the ratio is available at the field level only.

indique que les articles d'auteurs canadiens ont été plus souvent cités que ne l'aurait laissé croire le nombre de publications attribuées au Canada dans la base de données du SCI. Inversement, un ratio inférieur à un indique un taux de citation plus faible et, probablement, une incidence moins marquée. Le ratio a été calculé uniquement au niveau des domaines.

It may be useful to compare the relative use made of Canada's publication output (11) with that of the U.S.A. and the U.K. In Table 4, citations by U.S. authors to papers authored by residents of the U.K. and Canada are compared. Here it would seem that Canadian research, in at least some chemistry specialities, is quite influential. In total, Canadian research would seem to be at least as relevant to U.S. authors as is British research.

Il peut être utile de comparer l'utilisation que l'on fait des publications canadiennes (11) à celle que l'on fait des publications américaines et britanniques. Dans le Tableau 4, nous comparons les taux de citation d'articles d'auteurs britanniques et canadiens aux États-Unis. D'après ce tableau, il semblerait que la recherche canadienne, du moins dans certaines spécialités de la chimie, jouisse d'un très grand crédit. En règle générale, la recherche canadienne semblerait être au moins aussi utile que la recherche britannique aux yeux des auteurs américains.

Citations by researchers in the U.K. to work by Canadian and U.S. residents are presented in Table 5. The influence of some of the chemical research papers from Canada is again apparent. As well, research papers attributed to Canadians in biology and clinical medicine, while not having citation ratios of greater than one, compare favourably to the work of U.S. researchers.

Le Tableau 5 donne le taux de citation d'articles d'auteurs canadiens et américains dans les ouvrages des chercheurs britanniques. On remarque une fois de plus l'influence que peuvent avoir certains articles canadiens portant sur la chimie. De même, bien que les articles canadiens sur la biologie et la médecine clinique n'aient pas un ratio de citation supérieur à 1, ils se comparent avantageusement aux articles des chercheurs américains.

Finally, in Table 6 citations by Canadian authors to the work of British and U.S. researchers are compared. Overall, papers from both communities have a fairly strong impact on Canadian research with the U.S. papers appearing to be generally more frequently cited.

Enfin, le Tableau 6 indique dans quelle mesure les articles de chercheurs britanniques et américains sont cités par des Canadiens. D'une manière générale, les articles écrits par l'une ou l'autre des deux communautés scientifiques ont une incidence assez forte sur les chercheurs canadiens, quoique les articles américains semblent jouir globalement d'un taux de citation plus élevé.

TABLE 3. World Use of Canadian-Authored Papers, by Field

TABLEAU 3. Utilisation d'articles d'auteurs canadiens dans le monde, par domaine

Field Domaine	Publication year Année de publication			
	1973	1975	1977	1979
	Relative citation ratio (1) Ratio de citation relatif (1)			
World citations to Canadian papers(2) **Citation d'articles canadiens par des auteurs canadiens et étrangers(2)**				
Biology Biologie	1.15	1.06	1.02	1.01
Biomedical research Recherche biomédicale	0.85	0.89	0.83	0.87
Chemistry Chimie	1.57	1.51	1.54	1.37
Clinical medicine Médecine clinique	1.07	1.07	1.02	1.02
Earth and space science Sciences de la terre et de l'espace	1.02	0.92	0.80	0.85
Engineering and technology Génie et technologie	1.23	1.04	1.18	1.00
Mathematics Mathématiques	0.78	0.79	0.89	1.03
Physics Physique	1.00	0.98	0.97	0.92
Non-Canadian citations to Canadian papers **Citation d'articles canadiens par des auteurs étrangers**				
Biology Biologie	0.80	0.68	0.63	0.64
Biomedical research Recherche biomédicale	0.67	0.69	0.63	0.64

TABLE 3. World Use of Canadian-Authored Papers, by Field - Concluded

TABLEAU 3. Utilisation d'articles d'auteurs canadiens dans le monde, par domaine - fin

Field Domaine	Publication year Année de publication			
	1973	1975	1977	1978
	Relative citation ratio (1) Ratio de citation relatif (1)			
Chemistry Chimie	1.20	1.12	1.11	0.97
Clinical medicine Médecine clinique	0.89	0.87	0.82	0.82
Earth and space science Sciences de la terre et de l'espace	0.76	0.65	0.56	0.61
Engineering and technology Génie et technologie	0.91	0.74	0.84	0.69
Mathematics Mathématiques	0.58	0.61	0.62	0.74
Physics Physique	0.77	0.73	0.72	0.66

(1) A citation ratio of 1.00 reflects no over- or under-citing of the Canadian S&T. literature, whereas a higher ratio implies a greater impact or use than would have been expected from the number of Canadian papers produced for that year.

(1) Un ratio de citation égal à 1.00 indique que les ouvrages canadiens de science et de technologie sont ni trop peu ni trop souvent cités, tandis qu'un ratio supérieur à 1 suppose une incidence ou une utilisation plus grande que ne l'aurait laissé croire le nombre d'articles produits au Canada cette année-là.

(2) World citations include citations made to Canadian-authored papers by other Canadian-authored papers.

(2) Comprend les citations d'articles d'auteurs canadiens dans des articles auteurs canadiens.

Source: Science Literature Indicators Data Bank, Computer Horizons Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.

TABLE 4. U.S. Use of Canadian- and British-Authored Papers, by Field

TABLEAU 4. Utilisation d'articles d'auteurs canadiens et britanniques aux États-Unis, par domaine

Field Domaine	1973		1979	
	Canadian articles canadiens	British articles britanniques	Canadian articles canadiens	British articles britanniques
	Relative citation ratio(1) Ratio de citation relatif(1)			
Biology Biologie	0.84	0.78	0.68	0.62
Biomedical research Recherche biomédicale	0.68	0.84	0.64	0.75
Chemistry Chimie	1.35	0.96	1.06	0.76
Clinical medicine Médecine clinique	0.90	0.77	0.87	0.65
Earth and space science Sciences de la terre et de l'espace	0.70	0.77	0.57	0.68
Engineering and technology Génie et technologie	0.88	0.70	0.70	0.62
Mathematics Mathématiques	0.60	0.84	0.88	0.85
Physics Physique	0.75	0.81	0.64	0.71

(1) A citation ratio of 1.00 reflects no over- or under-citing of a country's S&T literature, whereas a higher ratio implies a greater impact or use than would have been expected from the number of papers produced by that country for that year.

(1) Un ratio de citation égal à 1.00 indique que les ouvrages de science et de technologie d'un pays sont ni trop peu ni trop souvent cités, tandis qu'un ratio supérieur à 1 suppose une incidence ou une utilisation plus grande que ne l'aurait laissé croire le nombre d'articles produits dans ce pays cette année-là.

Source: Science Literature Indicators Data Bank, Computer Horizons Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.

TABLE 5. British Use of Canadian- and U.S.-Authored Papers, by Field

TABLEAU 5. Utilisation d'articles d'auteurs canadiens et américains en Grande-Bretagne, par domaine

Field Domaine	1973		1979	
	Canadian articles canadiens	U.S. articles américains	Canadian articles canadiens	U.S. articles américains
	Relative citation ratio(1) Ratio de citation relatif(1)			
Biology Biologie	0.76	0.58	0.69	0.59
Biomedical research Recherche biomédicale	0.68	1.03	0.64	0.95
Chemistry Chimie	1.48	1.36	1.32	1.29
Clinical medicine Médecine clinique	0.91	0.89	0.79	0.85
Earth and space science Sciences de la terre et de l'espace	0.88	1.04	0.61	1.09
Engineering and technology Génie et technologie	0.84	0.79	0.62	0.75
Mathematics Mathématiques	0.71	0.76	(2)	0.80
Physics Physique	0.82	1.26	0.76	1.25

(1) A citation ratio of 1.00 reflects no over- or under-citing of a country's S&T literature, whereas a higher ratio implies a greater impact or use than would have been expected from the number of papers produced by that country for that year.
(1) Un ratio de citation égal à 1.00 indique que les ouvrages de science et de technologie d'un pays sont ni trop peu ni trop souvent cités, tandis qu'un ratio supérieur à 1 suppose une incidence ou une utilisation plus grande que ne l'aurait laissé croire le nombre d'articles produits dans ce pays cette année-là.
(2) Insufficient information.
(2) Données insuffisantes.

Source: Science Literature Indicators Data Bank, Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.

TABLE 6. Canadian Use of British- and U.S.-Authored Papers, by Field

TABLEAU 6. Utilisation d'articles d'auteurs britanniques et américains au Canada, par domaine

Field Domaine	1973		1979	
	British articles britanniques	U.S. articles américains	British articles britanniques	U.S. articles américains
	Relative citation ratio(1) Ratio de citation relatif(1)			
Biology Biologie	1.00	0.81	0.89	0.81
Biomedical research Recherche biomédicale	1.09	1.21	0.89	1.08
Chemistry Chimie	1.12	1.48	0.93	1.49
Clinical medicine Médecine clinique	1.13	1.23	0.97	1.13
Earth and space science Sciences de la terre et de l'espace	1.04	0.99	0.91	0.95
Engineering and technology Génie et technologie.....	0.86	1.03	0.70	0.95
Mathematics Mathématiques	1.12	1.07	(2)	0.96
Physics Physique	1.05	1.29	0.92	1.22

(1) A citation ratio of 1.00 reflects no over- or under-citing of a country's S&T literature, whereas a higher ratio implies a greater impact or use than would have been expected from the number of papers produced by that country for that year.

(1) Un ratio de citation égal à 1.00 indique que les ouvrages de science et de technologie d'un pays sont ni trop peu ni trop souvent cités, tandis qu'un ratio supérieur à 1 suppose une incidence ou une utilisation plus grande que ne l'aurait laissé croire le nombre d'articles produits dans ce pays cette année-là.

(2) Insufficient information.

(2) Données insuffisantes.

Source: Science Literature Indicators Data Bank, Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.

BIBLIOMETRICS AND CANADIAN RESEARCH

A publication count is a simple definition of research output; while not perfect, it provides a reasonable approach to measuring research productivity within scientific disciplines. Citation analysis adds both a quality dimension to the publication count and a linkage measure. This paper has highlighted some of the major theoretical and practical concerns associated with their use as indicators of research output. To conclude, we review again two broad but key areas of concern in the development of an appropriate program for producing these statistics.

The first concerns the definition of research areas. The most common procedure for defining research disciplines has been based on the classification of journals. The papers are then assigned to those areas to which their journals of publication have been classified. As is evident from the data presented here (as well as from the discussion on page 38) this procedure has it limitations. The optimum method for defining research areas would involve the classification of the papers themselves. In an effort to present more specific/precise disciplines, recent bibliometric techniques have employed this method. However, such a method does have drawbacks; particularly in the requirement for extensive computational time.

Because of the appearance and disappearance of journals, it is also important to maintain two sets of journals to monitor research activities. The first, the 'fixed journal set', remains constant for every year of analysis in order to obtain data on research trends; the second is updated

L'ANALYSE BIBLIOMÉTRIQUE ET LA RECHERCHE AU CANADA

Le nombre de publications donne une idée assez précise de la production en matière de recherche; quoique simple et imparfait, ce moyen permet de mesurer la productivité des chercheurs dans les disciplines scientifiques. L'analyse des citations y ajoute une dimension qualitative ainsi qu'une mesure relationnelle. Le présent document a mis en évidence certaines des principales préoccupations théoriques et pratiques de leur utilisation comme indicateurs de la production de recherche. Pour conclure, nous reverrons deux préoccupations vastes mais fondamentales que soulève l'élaboration d'un programme valable pour l'établissement de ces statistiques.

La première préoccupation touche la définition des secteurs de recherche. La méthode la plus courante pour définir les disciplines de recherche se base sur la classification des revues scientifiques. Les articles sont ensuite attribués au secteur dans lequel a été classée la revue. Comme le montrent les données présentées ici (ainsi que l'analyse de la page 38), cette méthode comporte ses limites. La méthode idéale pour définir les secteurs de recherche serait de classer les ariticles eux-mêmes. Les techniques bibliométriques récentes font appel à cette méthode, lorsqu'on désire obtenir une définition plus particulière et plus précise des disciplines. Elle offre toutefois des inconvénients, notamment une utilisation importante de temps machine.

Comme il nait constamment des revues et qu'il en disparaît d'autres, il est également important, pour surveiller les activités de recherche, de tenir deux séries de revues. La première série demeure identique pour toutes les années de l'analyse et peut ainsi fournir des données sur les tendances de la recherche; la seconde

annually in order to examine current relative activities of countries and to identify newly active areas.

Secondly, it is important to ensure that there is complete coverage of publication and citation data. While it has been said many times that the SCI offers the most comprehensive set of data on the international scientific community, a Canadian program should have a special concern for the internal functioning of its scientific community. Under ISI's current literature coverage there is a tendency to neglect papers from authors (journals, research areas and countries) which are peripheral to the mainstream of publication activity. ISI coverage could be augmented with those journals identified as being important to Canadian research.

In the calculation of the statistics (1) all authors of a paper should be included (and not just first authors) and (2) all papers should be considered. With respect to point (2), in statistics presented by CHI, organizations have been excluded from analysis if they did not produce at least 10 papers per year, and in the more recent case of impact analysis, it has been suggested that organizations be included only if they have 50 papers or more in each cited year. This is not intended, nor particularly appropriate, for evaluating the work of individual scientists. As well, bibliometric statistics for Canada can often be based on relatively low numbers. Omissions (and small errors) can lead to dramatic differences in results and interpretations.

Finally, in citation analysis it is important to assess the adequacy of the number of cited years. Citations to a paper accumulate gradually. Depending on the research specialty, a time lapse of one to three years has

série est mise à jour chaque année, ce qui permet de comparer les niveaux d'acitivité dans les divers pays et de déceler les nouveaux secteurs d'activité.

Deuxièmement, il est important de s'assurer que le champ d'observation s'applique à toutes les données relatives aux publications et aux citations. Bien qu'on ait beaucoup répété que la SCI présente les données les plus exhaustives sur la collectivité scientifique internationale, un programme canadien devrait être axé de façon particulière sur le fonctionnement interne de la collectivité scientifique canadienne. La méthode employée par l'ISI pour dépouiller les revues tend à négliger les articles des auteurs qui sont en marge (revues, secteurs de recherche et pays). On pourrait donc ajouter aux données de l'ISI le dépouillement des revues considérées comme importantes dans la recherche au Canada.

Le calcul des statistiques devrait englober (1) tous les auteurs de l'article (et non seulement le premier) et (2) tous les articles. En ce qui a trait au point (2), les statistiques de CHI excluent les organismes qui n'ont pas produit au moins 10 articles par an, et, dans la dernière analyse d'impact, on a proposé de n'inclure que les organismes ayant publié 50 articles ou plus au cours de chaque année mentionnée. Cette méthode n'a pas pour objet d'évaluer le travail des chercheurs individuels; elle ne s'y prête d'ailleurs pas particulièrement. De plus, les données bibliométriques sur le Canada peuvent souvent être fondées sur des chiffres relativement faibles. Par conséquent, des omissions (et des erreurs mineures) peuvent entraîner des différences considérables dans les résultats et les interprétations.

Finalement, il est important, dans l'analyse des citations, de s'assurer qu'on utilise un nombre suffisant d'années de citations. En outre, les citations d'un article s'accumulent graduellement. Selon les disciplines, un intervalle d'un à

been sufficient for citations from later papers to begin to reach earlier papers in significant numbers. This stresses the fact that a minimum of three years of cited data is necessary.

Readers are reminded that the statistics in this paper have been presented as examples of the type of information available from a bibliometric analysis of scientific journals and research papers. Comments and suggestions are invited for the development of an appropriate series of bibliometric indicators for Canada.

trois ans est suffisant pour que les articles plus récents commençant à citer d'une façon significative les textes antérieurs. Cela nous indique que les données sur les citations doivent nécessairement couvrir un minimum de trois ans.

Nous désirons rappeler à nos lecteurs que les statistiques contenues dans le présent texte avaient pour but d'illustrer le genre de renseignements que peut fournir l'analyse bibliométrique des revues scientifiques et des articles de recherche. Nous vous serions reconnaissants de nous faire parvenir vos observations et vos propositions afin d'élaborer un ensemble approprié d'indicateurs bibliométriques pour le Canada.

FOOTNOTES

(1) The term bibliometrics was coined in 1969 by Alan Pritchard, who defined it as "the application of mathematics and statistical methods to books and other media of communication". A large body of literature has been written on this subject and resultant analyses, and several mathematical expressions have been established to describe the workings of science. For example, 'Bradford's Law' describes how the literature on a particular subject is distributed among journals; the 'Pratt Index' measures the degree to which papers on a given subject are concentrated within a journal collection; and, 'Lotka's law' describes the productivity distribution among scientists, e.g., how many scientists will author ten or more papers. While these laws (and others) each apply to a different specific phenomenon, they all tend to demonstrate one thing - that a few (journals, scientists, etc.) account for the many (papers, citations). Stephen J. Bensman, "Journal Collection Management as a Cumulative Advantage Process", **College and Research Libraries**, January 1985, pp. 13-29.

(2) **Science Indicators - 1982**, National Science Board, Washington D.C., 1983, pp. 11-12.

(3) C. Freeman, "Recent Developments in Science and Technology Indicators: a Review", Science Policy Research Unit, University of Sussex, November 1982 (mimeo).

NOTES

(1) Le terme bibliométrie a été utilisé pour la première fois par Alan Pritchard pour désigner l'application des mathématiques et des méthodes statistiques aux livres et aux autres moyens de communication. De nombreux ouvrages ont été écrits sur ce sujet et sur des analyses subséquentes, et plusieurs expressions mathématiques ont été définies pour décrire l'action de la science. Par exemple, la loi de Bradford décrit le mode de répartition des articles sur un sujet particulier entre les revues; l'indice Pratt sert à mesurer le degré de concentration d'articles portant sur un sujet donné dans une collection de revues, et la loi de Lotka décrit la distribution de la productivité entre les scientifiques, c'est-à-dire combien de scientifiques rédigeront dix articles ou plus. Bien que ces lois, et d'autres, visent chacune à décrire un phénomène distinct, elles tendent toutes à démontrer une chose: un petit groupe (revues, scientifiques, etc.) représente la majeure partie de la production (articles, citations). Stephen J. Bensman, "Journal Collection Management as a Cumulative Advantage Process", **College and Research Libraries**, janvier 1985, pp. 13-29.

(2) **Science Indicators - 1982**, National Science Board, Washington D.C., 1983, p. 11-12.

(3) C. Freeman, "Recent Developments in Science and Technology Indicators: a Review", Science Policy Research Unit, University of Sussex, novembre 1982 (mimeo).

(4) The Science Citation Index is a calendar-year index to scientific literature monitored by the Institute for Scientific Information, Inc. It covers all items from all issues of the SCI journals (ie., journals published and available to ISI during the time period covered). The SCI, first published in 1964, finds its origins in the construction of a citation index to genetics literature which was initiated by Dr. E. Garfield, ISI, in the late 1950s. One of the major reasons for the SCI's concentration of literature coverage in the clinical and biomedical research areas is evident.

(4) Le Science Citation Index est un index, par année civile, des ouvrages scientifiques recensés par l'Institute for Scientific Information Inc. Il couvre tous les articles parus dans tous les numéros des revues du SCI, c'est-à-dire, les publications mises à la disposition de l'ISI durant la période visée. Publié pour la première fois en 1964, le SCI trouvre son origine dans la création d'un index de citation des ouvrages de génétique par Dr. E. Garfield, de l'ISI, vers la fin des années 1950. On comprend maintenant pourquoi le SCI est axé sur les domaines de la médecine clinique et de la recherche biomédicale.

(5) F. Narin, "Measuring the Research Productivity of Higher Education Institutions using Bibliometric Techniques", OECD, DSTI/SPR/85.24/07 B, Paris, May 1985, p. 11.

(5) F. Narin, "Measuring the Research Productivity of Higher Education Institutions using Bibliometric Techniques", OCDE, DSTI/SPR/85.24/07 B, Paris, mai 1985, p. 11.

(6) J. MacAulay, **An Indicator of Excellence in Canadian Science**, Statistics Canada, Catalogue No. 88-501E, 1985, pp. 14-18.

(6) J. MacAulay, **Un indicateur de l'excellence de la recherche scientifique au Canada**, Statistique Canada, nº 88-501F au catalogue, 1985, p. 14-19.

(7) Since co-authored papers are assigned fractionally among the authors of different nationalities, it is conceivable that an increase in co-authorships might seem to be a decrease in publications.

(7) Puisque les articles écrits en collaboration sont attribués proportionnellement parmi les auteurs de nationalités différentes, it est possible qu'une augmentation de la collaboration soit transformée en un taux de publication réduit.

(8) R. Hooghiemstra, "An Atlas of Science, Sidestepping discipline limitations a great advantage of cluster analysis", Science Policy in the Netherlands, Volume 7, No. 2, Ministry of Education and Science, May 1985, pp. 12-14.

(8) R. Hooghiemstra, "An Atlas of Science, Sidestepping discipline limitations a great advantage of cluster analysis", **Science Policy in the Netherlands, volume 7, nº 2, ministère de l'éducation et de la science**, mai 1985, p. 12-14.

(9) J. MacAulay, op. cit., p. 12.

(10) **Science Indicators - 1982,** op.cit., p. 29.

(11) J. MacAulay, op. cit., p. 17. As reported in a study by Garfield: in the 1973 SCI less than 4% of all Canadian authored papers were published in French, and of those only 39% were cited -- a significantly lower rate than for English-language papers (64%). MacAulay concludes that Canadian scientists as a whole publish heavily in the English-language mainstream of SCI journals, and their work tends to be more heavily cited when they do this.

(9) J. MacAulay, op. cit., p. 12.

(10) **Science Indicators - 1982,** op. cit., p. 29.

(11) J. MacAulay, op. cit., p. 18. Comme l'indique une étude à Garfield: dans le SCI de 1973, moins de 4% des articles canadiens étaient publiés en français et, de ce nombre, seulement 39% avaient été cités, ce qui représente une proportion sensiblement inférieure à celle des articles en langue anglaise où 64% avaient été cités. MacAulay conclut que les scientifiques canadiens, de façon générale, publient presque exclusivement en anglais dans les principales revues recensées dans le SCI et que, de cette façon, leurs travaux sont plus souvent cités.

TECHNICAL NOTES

Under contract with the NSF, CHI has over the past 14 years performed a series of projects to develop indicators of international scientific activity. The selected set of indicators are listed in Table 7. Those presented in this report (Indicator series 1, 5 and 6) are defined below, following a brief description of the steps taken to organize and classify this large collection of data. These descriptions have been extracted from "Data User's Guide: Science Literature Indicators Data Bank, 1984".

The indicators are available for eight major fields of science: Clinical medicine, Chemistry, Biomedical research, Physics, Engineering and technology, Biology, Earth and space science and Mathematics. Indicator series 1 (National Publication Counts) is also available for 99 subfields.

Field and subfield coverage are based on the manual classification (i.e., subjective/expert opinion) of each journal covered by the SCI. Papers are then classified on the basis of the journal in which they are published. Clearly, this procedure obscures differences between papers in different subject areas but within single journals. In many fields there are (large and important) journals which are multidisciplinary with respect to the specialties within that field. Thus, subfields such as "general chemistry" and "general physics" were created. As an example, a large portion of the papers in nuclear physics do not appear in the journals which can be assigned to the subfield of nuclear physics but instead appear in journals with a broader physics

NOTES TECHNIQUES

En vertu de contrats passés avec la NSF, Computer Horizons Incorporated a exécuté, au cours des 14 dernières années, une série de travaux visant à mettre au point des indicateurs de l'activité scientifique internationale. Les séries d'indicateurs ainsi produites figurent au Tableau 7. Les séries présentées dans ce rapport - les séries d'indicateurs n^{os} 1, 5 et 6 - sont définies plus bas après une courte description des étapes ayant permis de classer cette grande série de données. La description des étapes a été tirée du document "Data User's Guide: Science Literature Indicators Data Bank, 1984".

Il existe des indicateurs pour huit disciplines scientifiques: médecine clinique, chimie, recherche biomédicale, physique, génie et technologie, biologie, sciences de la terre et de l'espace et mathématiques. La série d'indicateurs no 1 (données nationales sur le nombre de publications) couvre également 99 spécialités.

La classification manuelle, c'est-à-dire suivant l'opinion d'experts, de chaque revue incluse dans le SCI détermine les catégories et les domaines qui sont couverts par les indicateurs. Les articles sont ensuite classés suivant la revue dans laquelle ils sont publiés. Évidemment, cela ne permet pas de faire la distinction entre des articles sur des disciplines différentes parus à l'intérieur d'une même revue. Comme il existe dans de nombreux domaines des revues à grande diffusion traitant diverses spécialités du domaine en question, on a créé des catégories comme "chimie générale" et "physique générale". Par exemple, une proportion appréciable des articles portant sur la physique nucléaire paraissent non pas dans des revues qui peuvent être classées dans la catégorie de la physique nucléaire, mais dans des revues de physique moins

TABLE 7. Science Literature Indicators 1984 Database: Summary of Indicators

TABLEAU 7. Base de données des indicateurs de la littérature scientifique de 1984: Liste des indicateurs

---

1. **National Publication Counts**
   Données nationales sur le nombre de publications

   A. 1973 Journal Set (1), 165 countries (2), 1973-1982, 8 fields and 99 subfields
   1973 Ensemble de revues (1), 165 pays (2), 1973-1982, 8 domaines et 99 spécialités

   B. 1973 Journal Set (augmented)(1), 7 countries (2), 1973-1982, 8 fields and 99 subfields
   1973 Ensemble de revues (augmenté)(1), 7 pays (2), 1973-1982, 8 domaines et 99 spécialités

   C. 1981 Journal Set (1), 165 countries (2), 1981-1982, 8 fields and 99 subfields
   1981 Ensemble de revues (1), 165 pays (2), 1981-1982, 8 domaines et 99 spécialités

   D. 1981 Journal Set (augmented)(1), 7 countries (2), 1981-1982, 8 fields and 99 subfields
   1981 Ensemble de revues (augmenté)(1), 7 pays (2), 1981-1982, 8 domaines et 99 spécialités

2. **National Citation Indicators - Probability Assignment**
   Indicateurs nationaux de citation - attribution probabiliste

   A. 1973 Journal Set (1), 7 countries (2), 1973-1982, 8 fields
   1973 Ensemble de revues (1), 7 pays (2), 1973-1982, 8 domaines

   B. 1973 Journal Set (augmented)(1), 7 countries (2), 1973-1982, 8 fields
   1973 Ensemble de revues (augmenté)(1), 7 pays (2), 1973-1982, 8 domaines

   C. 1981 Journal Set (1), 7 countries (2), 1981-1982, 8 fields
   1981 Ensemble de revues (1), 7 pays (2), 1981-1982, 8 domaines

   D. 1981 Journal Set (augmented)(1), 7 countries (2), 1981-1982, 8 fields
   1981 Ensemble de revues (augmenté)(1), 7 pays (2), 1981-1982, 8 domaines

TABLE 7. Science Literature Indicators 1984 Database: Summary of Indicators - Continued

TABLEAU 7. Base de données des indicateurs de la littérature scientifique de 1984: Liste des indicateurs - suite

---

3. U.S. Sector Publication Counts, by Field and Level (4)
Nombre de publications par secteur aux É.-U., selon le domaine et le niveau (4)

A. 1973 Journal Set (1), U.S. only - 7 sectors (2), 1973-1982, 8 fields
1973 Ensemble de revues (1), É.-U. seulement - 7 secteurs (2), 1973-1982, 8 domaines

B. 1981 Journal Set (1), U.S. only - 7 sectors (2), 1981-1982, 8 fields
1981 Ensemble de revues (1), É.-U. seulement - 7 secteurs (2), 1981-1982, 8 domaines

4. Active Institutions within U.S. Sectors
Institutions actives au sein des secteurs américains

A. 1973 Journal Set (1), U.S. only - 7 sectors (2), 1973-1980, 8 fields
1973 Ensemble de revues (1), É.-U. seulement - 7 secteurs (2), 1973-1980, 8 domaines

C. 1981 Journal Set (1), U.S. only - 7 sectors (2), 1981-1982, 8 fields
1981 Ensemble de revues (1), É.-U. seulement - 7 secteurs (2), 1981-1982, 8 domaines

5. National Citation Indicators - Exact Assignment
Indicateurs nationaux de citation - attribution exacte

1973 Journal Set (1), 7 countries (2), 1973-1982, 8 fields
1973 Ensemble de revues (1), 7 pays (2), 1973-1982, 8 domaines

6. International Institutional Coauthorship
Collaboration d'auteurs oeuvrant dans des institutions de pays différents

A. 1973 Journal Set (1), 21 countries (2), 1973-1982, 8 fields
1973 Ensemble de revues (1), 21 pays (2), 1973-1982, 8 domaines

C. 1981 Journal Set (1), 21 countries (2), 1981-1982, 8 fields
1981 Ensemble de revues (1), 21 pays (2), 1981-1982, 8 domaines

TABLE 7. Science Literature Indicators 1984 Database: Summary of Indicators - Concluded

TABLEAU 7. Base de données des indicateurs de la littérature scientifique de 1984: Liste des indicateurs - fin

---

8. **Country Influence**
   Influence du pays

   1973 Journal Set (1), 7 countries (2), 1973-1982, 8 fields
   1973 Ensemble de revues (1), 7 pays (2), 1973-1982, 8 domaines

11. **Journal Internationality**
    Degré de diffusion internationale

    A. 1973 Journal Set (1), 21 countries (2), 1973-1982, 8 fields
    1973 Ensemble de revues (1), 21 pays (2), 1973-1982, 8 domaines

    C. 1981 Journal Set (1), 21 countries (2), 1981-1982, 8 fields
    1981 Ensemble de revues (1), 21 pays (2), 1981-1982, 8 domaines

12. **U.S. Sector Coauthorship**
    Collaboration d'auteurs de divers secteurs aux E.-U.

    A. 1973 Journal Set (1), U.S. only - 7 sectors (2), 1973-1982, 8 fields
    1973 Ensemble de revues (1), E.-U. seulement - 7 secteurs (2), 1973-1982, 8 domaines

    C. 1981 Journal Set (1), U.S. only - 7 sectors (2), 1981-1982, 8 fields
    1981 Ensemble de revues (1), E.-U. seulement - 7 secteurs (2), 1981-1982, 8 domaines

13. **U.S. Sector Cross-Citations - Exact Assignment**
    Nombre de citations entre secteurs américains - attribution exacte

    1973 Journal Set (1), U.S. only - 7 sectors (2), 1973-1982, 8 fields
    1973 Ensemble de revues (1), E.-U. seulement - 7 secteurs (2), 1973-1982, 8 domaines

---

Source: "Data User's Guide: Science Literature Indicators Data Bank, 1984", Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, November 1984, Table 1.
Source: "Data User's Guide: Science Literature Indicators Data Bank, 1984", Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, novembre 1984, Tableau 1.

FOOTNOTES (Table 7)

(1) 1973 Journal Set: approximately 2,300 journals covered by the Science Citation Index (SCI) in 1973. All papers (articles, notes, reviews) for which the author gave an address are counted. For 1981 this journal set contained about 289,000 papers.

1973 Augmented (AUG) Journal Set: adds approximately 3% to 1973 journal set counts, by adding counts for those papers without an author address, by assuming the country of the author is the country of the journal. The number of papers without an author address varies widely with country and field.

1981 Journal Set: approximately 3,100 journals covered by the SCI in 1981. All papers (articles, notes, reviews) for which the author gave an address are counted. For 1981 this journal set contained about 372,000 papers.

1981 Augmented (AUG) Journal Set: adds approximately 3% to 1981 journal set counts by adding counts for those papers without an author address, by assuming the country of the author is the country of the journal.

(2) 7 Country Set: the seven countries are the U.S.A., the U.K., West Germany, France, the U.S.S.R., Japan, Canada and Rest of world.

165 Country Set: Essentially all individual countries which are identifiable in the SCI tapes.

21 Country Set: includes 15 countries and 6 geo-political regions.

NOTES (Tableau 7)

(1) Ensemble de revues de 1973: environ 2,300 revues couvertes par le Science Citation Index (SCI) en 1973. Tous les articles, notes, compte rendus pour lesquels il existe une adresse sont comptés. Pour 1973, cet ensemble de revues comprenait environ 289,000 articles.

Ensemble de revues de 1973 augmenté (AUG): contient environ 3% de plus d'articles par rapport à l'ensemble de 1973; ce nombre additionnel d'articles comprend les articles sans adresse d'auteur, selon l'hypothèse que le pays de l'auteur correspond au pays où est publié l'article. Le nombre d'articles qui n'ont pas d'adresse d'auteur varie beaucoup suivant le pays et le domaine.

Ensemble de revues de 1981: compte environ 3,100 revues recensées par le SCI en 1981. Tous les articles (articles, notes, compte rendus) pour lesquels il existe une adresse sont comptés. Pour 1981, cet ensemble contenait environ 372,000 articles.

Ensemble de revues de 1981 augmenté (AUG): compte environ 3% de plus d'articles par rapport à l'ensemble de 1981; ce nombre additionnel d'articles comprend les articles sans adresse d'auteur, selon l'hypothèse que le pays de l'auteur correspond au pays où est publié l'article.

(2) Groupe de 7 pays: Etats-Unis, Royaume-Uni, Allemagne de l'Ouest, France, U.R.S.S., Japon, Canada et "reste du monde".

Groupe de 165 pays: essentiellement, tous les pays dont le nom figure dans la base de données du SCI.

Groupe de 21 pays: comprend 15 pays et 6 régions géopolitiques.

FOOTNOTES (Table 7) - Concluded

(3) Includes counts for each of the 99 subfields.

(4) Level refers to basic research or applied research.

NOTES (Tableau 7) - fin

(3) Couvre chacune des 99 spécialités.

(4) Le niveau désigne la recherche fondamentale ou la recherche appliquée.

orientation, such as **Physical Review**, which have been classified as general physics. Also, multidisciplinary journals, such as **Science**, which have papers from more than one major field, are fractionally assigned to the fields they cover. Approximately 100 journals are assigned in this way. More recent developments in bibliometrics involve the classification/definition of scientific fields at the paper level. The reader is referred to References 6 and 7 and the work of the Centre for Research Planning, U.S.A., for discussions of these paper analyses.

To eliminate the effects of annual changes in journal coverage, the concept of the "fixed journal set" was developed. At a given point in time (in this case 1973) a journal set covered by the SCI is chosen such that the most important international journals in all fields which are covered at that time are included. The fixed journal set is maintained so that true trends can be isolated from spurious trends resulting from coverage changes. Concurrently each year's data from the full journal set of the SCI is examined to take advantage of the coverage improvements made that year. Each succeeding yearly snapshot improves the picture of the relative activities of each country in each field. The full journal set provides the most up-to-date snapshot of relative activities of countries; the fixed journal set gives information on trends.

Indicators Series 1: National Publication Counts

National publication counts are the total number of research papers (articles, notes, and reviews) authored by scientists who list their affiliation with institutions from each of the 165 countries individually identified in

spécialisées, comme **Physical Review**, qui entrent dans la catégorie de la physique générale. De même, les revues multidisciplinaires, comme **Science** , dont les articles portent sur plusieurs grands domaines, sont classées proportionnellement dans les domaines qu'elles couvrent. Environ cent revues sont classées proportionnellement. De récents travaux en bibliométrie visent à établir un système de classification des domaines scientifiques pour les articles. Le lecteur est prié de consulter les références 6 et 7 ainsi que les travaux du Centre for Research Planning des États-Unis pour une étude de la question.

L'ensemble de revues fixe est né de la volonté de supprimer les effets de la révision annuelle de l'ensemble des revues dépouillées. Pour une année donnée, en l'occurrence 1973, on choisit un ensemble de revues couvertes par le SCI de telle sorte qu'on puisse y retrouver les plus importantes revues internationales traitant tous les domaines qui sont visées à ce moment-là. L'ensemble de revues fixe permet de distinguer les tendances réelles des fausses tendances découlant de la révision de l'ensemble des revues dépouillées. Simultanément, on analyse chaque année l'ensemble complet de revues du SCI pour tirer profit des améliorations qui lui sont apportées annuellement. Cet examen annuel donne une meilleure idée des activités relatives de chaque pays dans chacun des domaines. L'ensemble complet de revues fournit les tout derniers renseignements sur les activitées relatives des pays, tandis que l'ensemble de revues fixe informe sur les tendances.

Série d'indicateurs no 1: Données nationales sur le nombre de publications

Les données nationales sur le nombre de publications correspondent au nombre total d'articles scientifiques (articles, notes, compte rendus) rédigés par des chercheurs qui sont rattachés à des institutions établies dans l'un ou l'autre des 165 pays

the SCI database. These counts have been tabulated on an annual basis for the years 1973 to 1982. The tabulations have been performed for the eight fields and 99 subfields. Counts are fractionally assigned to field and country. That is to say, if a paper has authors from institutions in two countries the paper is divided evenly, crediting one half the paper to each country. Similarly, if a journal is assigned one-third to one subfield and two-thirds to another, then a paper in that journal goes one-third to the first subfield and two-thirds to the second subfield.

dont le nom figure dans la base de données du SCI. Ces données ont été compilées sur une base annuelle pour la période de 1973 à 1982. Elles couvrent les huit domaines scientifiques et les 99 spécialités. Le nombre d'articles scientifiques est réparti proportionnellement entre les domaines et les pays. En d'autres termes, si un article est rédigé par deux auteurs attachés à des institutions de pays différents, il est réparti également entre ces deux pays, chacun d'eux étant crédité d'une moitié de l'article. De même, si le tiers d'une revue est attribué à une spécialité et les deux autres tiers à une autre spécialité, alors un article paraissant dans cette revue est réparti dans les mêmes proportions entre les deux spécialités.

Indicator Series 5: National Citation Counts - Exact Assignment

National citation counts are the number of citations from papers authored by scientists in one country to papers authored by scientists from another country. Citations are summed for each individual publication year (1973-1980) over all subsequent citing years (1974 - 1982). The counts have been tabulated for cross-country citations among the seven country set and for the eight major fields.

Citation counts over the cited time span 1973 to 1982 may not be completely valid measures for time series comparisons because of what has been termed, the "speed of citation" problem. This problem is best illustrated if we compare citations to papers published in 1973 and in 1981. The first set of citations are considered to be representative since a paper published in 1973 has had ample time to be cited by 1982; however, this is not true for a paper published in 1981. An average paper published in 1981 will have received less than 10% of its ultimate citations by 1982. Also, the speed of

Série d'indicateurs no 5: Indicateurs nationaux de citation - attribution exacte

Les indicateurs nationaux de citation désignent le nombre de fois qu'un nombre d'articles rédigés par un scientifique d'un pays est cité par un scientifique d'un autre pays. Pour chaque année de publication (1973-1980), on additionne le nombre de citations relevées au cours de toutes les années subséquentes (1974-1982). Les données sont présentées dans des tableaux à double entrée selon les sept pays visés et les huit grands domaines scientifiques choisis.

Il se peut que le nombre de citations relevées au cours de la période 1973-1982 ne se prête pas parfaitement à la comparaison de séries chronologiques à cause de ce qu'on a appelé le problème de la vitesse de citation. La meilleure façon d'illustrer ce problème est de comparer le nombre de citations d'articles publiés en 1973 et d'articles publiés en 1981. La première série de données est jugée représentative puisqu'un article publié en 1973 a eu tout le temps d'être cité avant 1982; ce n'est toutefois pas le cas d'un article publié en 1981. Un article publié en 1981 n'aura pas reçu en 1982 le dizième des citations qu'il est censé recevoir en

citation varies among disciplines, and is fairly rapid for many scientific disciplines today. The fields used here are too broadly defined to look at citation rates of less than three years. As well, the problem is compounded when we note that most countries will more quickly cite their own papers than others. A rather complex set of equations has been formulated by CHI to normalize the citation counts to account for the different speeds of citation from one country to another country, and for each field. As listed in Table 7, for Indicator 5B, the citation counts of indicator 5A are modified slightly to compensate for the speed of citation variation. This procedure is described in detail in CHI, "Evaluative Bibliometrics: The use of publication and citation analyses in the evaluation of scientific activity", March 1976.

moyenne. De plus, la vitesse de citation varie d'une discipline à une autre et est assez élevée de nos jours pour de nombreuses disciplines scientifiques. Les domaines étudiés dans le présent document sont définis de façon trop large pour permettre une analyse des taux de citation enregistrés en deçà de trois ans de l'année de publication. En outre, le problème s'amplifie lorsque nous constatons que les scientifiques de la plupart des pays sont plus empressés de citer les articles de leurs compatriotes que ceux des scientifiques étrangers. Computer Horizons Inc. a défini une série d'équations plutôt complexes en vue d'uniformiser le nombre de citations pour tenir compte des différentes vitesses de citation enregistrées d'un pays à un autre pour chaque domaine. Comme on peut le voir au Tableau 7 pour la série d'indicateurs 5B, les données de la série d'indicateurs 5A ont été légèrement modifiées pour tenir compte des variations de vitesse de citation. Cette méthode est exposée en détail dans le document "Evaluative Bibliometrics: The use of publication and citation analyses in the evaluation of scientific activity", mars 1976, de Computer Horizons Inc.

The Relative Citation Ratio is another indicator available in this series. It is given for pairs of countries where one country refers to the 'citing country, A say' and the other, the cited country (B). It is calculated by computing country A's share of citations which reference papers from country B, and then dividing that by the percent of the field's papers authored by country B. Deviations from 1.0 indicate high or low citation rates.

Le taux de citation relatif est un autre indicateur de cette série. Il est donné par groupe de deux pays, où l'un désigne le pays citant (A) et l'autre, le pays cité (B). On calcule ce taux en divisant la proportion des citations provenant du pays A, qui concernent des articles écrits dans le pays B par la proportion d'articles portant sur un domaine donné, qui proviennent du pays B. Si le taux s'écarte de 1.0, il est considéré comme faible ou élevé selon le cas.

A high citation ratio implies that a country's papers are cited relatively frequently. A natural conclusion is that high citation implies high usage which implies high quality or importance, all else being constant. However, all else is not constant: there are country coverage biases, language barriers, differences in publication

Un taux de citation élevé signifie que les articles d'un pays sont citées assez fréquemment. On est naturellement porté à conclure qu'un taux de citation élevé suppose un taux d'utilisation élevé, lequel suppose un article de qualité supérieure, toutes choses étant égales par ailleurs. Cependant, toutes choses ne sont pas égales. Les pays ne sont pas couverts

practices, and other influences. But there are undoubtedly genuine quality differences between the papers published by different authors and from different institutions and countries.

également, les pratiques de publication ne sont pas uniformes et il y a les barrières linguistiques et d'autres facteurs. Néanmoins, il existe sans aucun doute de réelles différences de qualité entre des articles rédigés par des auteurs différents publiés par des institutions différentes dans des pays différents.

As a final note of caution, readers are reminded that citation distributions are typically highly skewed; ie., a relatively small number of papers are cited heavily while many papers are cited infrequently or not at all. Thus a single number such as a relative citation ratio may not be the best way of presenting the data. For a smaller country, one highly cited paper might cause the country's relative citation ratio to rise notably. Presentations, such as the upper percentiles of frequency distributions for a country's or institution's papers take into account the skewed nature of citation distributions and are now part of the more detailed analysis performed by CHI (see also MacAulay, **An Indicator of Excellence in Canadian Science**).

Enfin, il convient de rappeler au lecteur, en guise d'avertissement, que les distributions de citations sont presque toujours fortement asymétriques, c'est-à-dire qu'un nombre relativement faible d'articles sont très souvent cités tandis qu'un bon nombre d'articles sont peu ou pas du tout cité. Par conséquent, il se peut qu'un nombre unique comme le taux de citation relatif ne soit pas le meilleur moyen de présenter les données. Par exemple, il suffirait qu'un seul article provenant d'un pays de moindre importance soit très souvent cité pour que le taux de citation relatif de ce pays augmente sensiblement. Des diagrammes, comme ceux qui présentent les percentiles supérieurs des distributions de fréquence s'appliquant aux articles d'un pays ou d'une institution, tiennent compte du caractère asymétrique des distributions de citations et entrent désormais dans l'analyse détaillée qu'effectue Computer Horizons Inc. (voir aussi MacAulay, **Un indicateur d'excellence de la recherche scientifique au Canada**).

As an alternative and complement to the above indicator, Indicator Series 2 (National Citation Counts - Probability Assignment) of Table 7 provides citation counts (by country pairs and field) that are summed for a given citing year, rather than publication year. Here 1973 counts would be based on references made in 1973 to all papers published in previous years. For this indicator series however, counts are assigned to a country and field based on the country's share of papers in the cited and citing journals. This "probability assignment" tends to underestimate the within country citation and overestimate the

Comme substitut ou complément des indicateurs précédents, la série d'indicateurs no 2 (Indicateurs nationaux de citation - attribution probabiliste) du Tableau 7 fournit des données sur le nombre total de citations (par groupe de deux pays et par domaine) suivant l'année de citation plutôt que l'année de publication. Les données de 1973, par exemple, seraient fondées sur le nombre de citations faites en 1973 pour tous les articles publiés antérieurement. Pour cette série d'indicateurs toutefois, la répartition du nombre de citations entre les pays et les domaines se fait en fonction de la proportion d'articles attribués aux différents pays dans les revues citées et les revues

amount of cross-country citation.

citantes. Cette "répartition probabiliste" tend à sous-estimer le nombre de citations entre compatriotes et à surestimer le nombre de citations entre des auteurs de pays différents.

Indicator Series 6: International Institutional Cosauthorships

Series 6 provides indicators of the number of papers co-authored by scientists at institutions in pairs of countries. Also provided are three related indicators: 1) the number of co-authorships expressed as a percentage of publications participated in by a country; 2) the number of co-authorships expressed as a percentage of multi-authored publications participated in by a country; and 3) co-operation indices between sets of two countries.

Série d'indicateurs no 6: Collaboration d'auteurs oeuvrant dans des institutions de pays différents

La série no 6 fournit des données sur le nombre d'articles rédigés conjointement par des scientifiques rattachés à des institutions de pays différents (groupe de deux pays). Cette série contient également les indicateurs connexes suivants: 1) le nombre de collaborations exprimé en pourcentage du nombre de publications auxquelles un pays a contribué; 2) le nombre de collaborations exprimé en pourcentage du nombre de publications écrites en collaboration auxquelles un pays a contribué et 3) les indices de collaboration se rapportant à des groupes de deux pays.

To conclude this section, two additional indicators (series 8 and 11), while not presented in this paper may be of general interest and therefore are defined. They have not been used in this report because of the aggregate level of analysis at which the statistics are derived, i.e., the journal.

Pour conclure la présente section, nous définissons deux autres séries d'indicateurs (séries n^{os} 8 et 11) qui, même si elles ne sont pas traitées dans ce document, peuvent être d'intérêt général. Elles n'ont pas été utilisées dans ce rapport à cause du niveau d'agrégation auquel les statistiques ont été obtenues (c'est-à-dire, la revue).

Indicator Series 8: Country Influence

This indicator series is defined as a measure of a country's total citation influence on a field. The influence methodology was initially developed by Computer Horizons to measure the citation influence of scientific journals. It has been applied to analyzing the relationships among the countries of the seven country set only. Citation influence is based on the number of citations a country receives compared to the number of references it gives out. It also takes into account the activity of other countries by a 'country weight' factor. The measure has been computed on

Série d'indicateurs no 8: Influence du pays

Cette série d'indicateurs est définie comme la mesure de l'incidence totale des citations d'articles d'un pays sur un domaine. Cette mesure a été mise au point pour la première fois par Computer Horizons dans le but d'évaluer l'incidence des citations de revues scientifiques. Dans le présent document, elle a servi à analyser uniquement les rapports entre les sept pays choisis à l'origine. L'incidence des citations est fondée sur le nombre de citations que reçoit un pays par rapport au nombre de citations qu'il donne. Elle tient également compte de l'activité d'autres pays en attribuant à chacun d'eux un coefficient de pondération. Les indica-

an annual basis between 1973 and 1982 within each of the major fields. The various indicators in the influence set are the influence per paper, the influence weight, the number of references per paper, and the total influence (which is defined as the influence per paper times the number of papers in a field).

Indicator Series 11: Journal Internationality

Journal internationality is a count of the number of papers authored by scientists from one country which are published in another country's journals. These data have been generated on an annual basis between the years 1973 and 1982 for each field and all fields combined and for the 21 country set. This indicator generally shows that the journals published in certain countries are quite international. U.K. journals, for example, contain many papers from commonwealth countries. On the other hand, Soviet and Japanese journals seem to contain relatively few papers from scientists in other countries.

teurs de la série no 8 ont été calculés sur une base annuelle pour la période 1973-1982 et couvrent les huit principaux domaines. Ces indicateurs décrivent l'incidence par article, le degré d'influence, le nombre de citations par article et l'incidence totale, laquelle est définie comme le produit de l'incidence par article et du nombre d'articles touchant un domaine.

Série d'indicateurs no 11: Degré de diffusion internationale

Le degré de diffusion internationale correspond au nombre d'articles écrits par des scientifiques d'un pays, qui sont publiés dans les revues d'un autre pays. Ces données ont été produites sur une base annuelle, pour la période 1973-1982, pour chaque domaine et tous les domaines combinés, de même que pour le groupe de 21 pays. Cet indicateur montre généralement que les revues publiées dans certains pays ont un caractère plutôt international. Les revues publiées au Royaume-Uni, par exemple, contiennent de nombreux articles rédigés dans les pays du Commonwealth. Par contre, les revues soviétiques et japonaises semblent contenir assez peu d'articles écrits par des chercheurs étrangers.

DEFINITIONS

The following definitions have been extracted from the report, "Evaluative Bibliometrics: The use of publication and citation analyses in the evaluation of scientific activity", CHI, March 1976.

Bibliometrics - the quantitative measurement of the properties of a literature, usually as an aid in exploring the production, distribution and utilization of its contents.

Citation - acknowledgement that one bibliometric unit receives from another.

Citation analysis - the evaluation and interpretation of the citations received by scientists, universities, countries and other aggregates of scientific activity, used as a measure of scientific influence and productivity, as well as a tool for measuring communication links.

Citation index - a structured list of all the citations to a given collection of publications usually arranged so that each cited publication is followed by those publications which refer to it.

Field - a subject discipline or an area of research.

Subfield - a component area of a field.

Impact Factor - a normalized citation frequency measure, defined as the average number of citations received by papers published in a journal during a specified time period.

Influence Weight - a measure of journal importance derived by an iterative, normalized procedure in which a reference from a journal is weighted by the influence of the weighting journals.

DÉFINITIONS

Les définitions suivantes sont tirées du rapport de CHI intitulé "Evaluative Bibliometrics: The Use of publication and citation analyses in the evaluation of scientific activity", mars 1976.

Bibliométrie: évaluation quantitative des propriétés d'une série d'ouvrages, qui permet habituellement d'analyser la production, la diffusion et l'utilisation de son contenu.

Citation: mention d'une unité bibliométrique par une autre.

Analyse de citation: évaluation et interprétation des citations dont font l'objet les scientifiques, les universités, les pays et d'autres agrégats de l'activité scientifique; sert à mesurer l'influence et la productivité scientifiques de même que les liens de communication.

Index des citations: liste de toutes les références à une série de publications donnée, habituellement structurée de telle manière que chaque publication citée est suivie de celles qui lui font référence.

Domaine: domaine de spécialisation ou de recherche.

Catégorie: spécialité d'un domaine.

Facteur d'incidence: mesure uniformisée de fréquence de citation, définie comme le nombre moyen de citations reçues par des articles publiés dans une revue au cours d'une période donnée.

Degré d'influence: mesure de l'importance d'une revue, qui est établie par une méthode itérative uniformisée suivant laquelle une citation d'une revue est pondérée par le degré d'influence des revues de pondération.

Journal - a recurring collection of articles (usually containing references) notes and reviews and other material written by different authors reporting on research activity for purposes of professional communication.

Revue: recueil périodique d'articles (contenant habituellement des références), de notes, de comptes rendus et d'autres ouvrages écrits par divers scientifiques dans le but d'informer leurs collègues de l'évolution de leurs recherches.

STATISTICAL TABLES
TABLEAUX STATISTIQUES

STATISTICAL TABLE 1. National Shares of the World's Research Papers, by Field(1)

TABLEAU STATISTIQUE 1. Proportion d'articles scientifiques dans le monde selon divers pays, par domaine(1)

Field/Country Domaine/Pays	1973-1977		1978-1982		Change(2) Variation(2)
	Average number Nombre moyen	%	Average number Nombre moyen	%	
All Fields **Tous les domaines**					
United States États-Unis	99,789	37.6	102,152	36.8	-2.1
United Kingdom Royaume-Uni	24,468	9.2	23,190	8.4	-8.7
West Germany Allemagne de l'Ouest .	16,780	6.3	17,536	6.3	-
France	14,889	5.6	14,443	5.2	-7.1
U.S.S.R. U.R.S.S.	21,751	8.2	21,770	7.8	-3.7
Japan Japon	14,694	5.5	18,831	6.8	23.6
Canada	11,598	4.4	11,539	4.2	-4.5
Rest of world Reste du monde	61,753	23.2	67,826	24.5	5.6
Total	265,723	100.0	277,287	100.0	
Clinical medicine **Médecine clinique**					
United States États-Unis	32,420	42.8	35,413	42.7	-0.2
United Kingdom Royaume-Uni	7,727	10.2	7,815	9.4	-7.8
West Germany Allemagne de l'Ouest .	5,219	6.9	5,161	6.2	-10.1
France	4,283	5.6	4,516	5.5	-3.5
U.S.S.R. U.R.S.S.	2,036	2.7	2,206	2.7	-
Japan Japon	3,007	4.0	4,232	5.1	27.5
Canada	2,619	3.5	2,965	3.6	2.9
Rest of world Reste du monde	18,370	24.3	20,534	24.8	2.1
Total.....	75,681	100.0	82,843	100.0	

STATISTICAL TABLE 1. National Shares of the World's Research Papers, by Field(1) - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 1. Proportion d'articles scientifiques dans le monde selon divers pays, par domaine(1) - suite

Field/Country Domaine/Pays	1973-1977		1978-1982		Change(2) Variation(2)
	Average number Nombre moyen	%	Average number Nombre moyen	%	
Chemistry **Chimie**					
United States États-Unis	9,550	22.2	9,562	21.3	-4.1
United Kingdom Royaume-Uni	3,408	7.9	3,072	6.8	-13.9
West Germany Allemagne de l'Ouest	2,827	6.6	3,162	7.0	6.1
France	2,902	6.7	2,549	5.7	-14.9
U.S.S.R. U.R.S.S.	6,738	15.6	6,814	15.1	-3.2
Japan Japon	4,012	9.3	4,915	10.9	17.2
Canada	1,575	3.7	1,473	3.3	-10.8
Rest of world ..... Reste du monde	12,096	28.1	13,446	29.9	6.4
Total	43,109	100.0	44,991	100.0	
Biomedical Research **Recherche biomédicale**					
United States États-Unis	16,018	38.8	17,961	40.1	0.3
United Kingdom Royaume-Uni	3,903	9.5	3,786	8.4	-11.6
West Germany Allemagne de l'Ouest	2,463	6.0	2,734	6.1	1.7
France	2,811	6.8	2,499	5.6	-17.6
U.S.S.R. U.R.S.S.	2,493	6.0	2,759	6.2	3.3
Japan Japon	1,868	4.5	2,625	5.8	31.1
Canada	1,809	4.4	1,887	4.2	-4.5
Rest of world ..... Reste du monde	9,899	24.0	10,560	23.6	-0.2
Total	41,262	100.0	44,811	100.0	

STATISTICAL TABLE 1. National Shares of the World's Research Papers, by Field(1) - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 1. Proportion d'articles scientifiques dans le monde selon divers pays, par domaine(1) - suite

Field/Country Domaine/Pays	1973-1977		1978-1982		Change(2) Variation(2)
	Average number Nombre moyen	%	Average number Nombre moyen	%	
Physics **Physique**					
United States États-Unis	11,505	32.0	11,589	30.1	-5.9
United Kingdom Royaume-Uni	2,616	7.3	2,379	6.2	-15.1
West Germany Allemagne de l'Ouest	2,281	6.3	2,594	6.7	6.3
France	2,051	5.7	2,208	5.7	-
U.S.S.R. U.R.S.S.	6,040	16.8	6,136	16.0	-0.5
Japan Japon	2,455	6.8	3,263	8.5	25.0
Canada	1,278	3.6	1,253	3.3	-8.3
Rest of world ..... Reste du monde	7,701	21.4	9,018	23.5	9.8
Total	35,927	100.0	38,442	100.0	
Engineering and technology **Génie et technologie**					
United States États-Unis	10,780	41.1	9,294	40.5	-1.5
United Kingdom Royaume-Uni	2,819	10.7	2,078	9.0	-16.7
West Germany Allemagne de l'Ouest	2,015	7.7	1,774	7.7	-
France	750	2.9	790	3.4	17.2
U.S.S.R. U.R.S.S.	2,654	10.1	2,024	8.8	-12.9
Japan Japon	1,509	5.8	1,625	7.1	22.4
Canada	1,234	4.7	979	4.3	-8.5
Rest of world ..... Reste du monde	4,457	17.0	4,404	19.2	12.9
Total	26,218	100.0	22,968	100.0	

STATISTICAL TABLE 1. National Shares of the World's Research Papers, by Field(1) - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 1. Proportion d'articles scientifiques dans le monde selon divers pays, par domaine(1) - suite

Field/Country Domaine/Pays	1973-1977		1978-1982		Change(2) Variation(2)
	Average number Nombre moyen	%	Average number Nombre moyen	%	
Biology **Biologie**					
United States États-Unis	10,545	44.5	10,412	42.6	-0.4
United Kingdom Royaume-Uni	2,389	10.1	2,518	10.3	0.2
West Germany Allemagne de l'Ouest	910	3.8	942	3.9	2.6
France	933	3.9	841	3.4	-12.8
U.S.S.R. U.R.S.S.	363	1.5	358	1.5	-
Japan Japon	1,269	5.4	1,552	6.4	18.5
Canada	1,950	8.2	1,994	8.2	-
Rest of world ..... Reste du monde	5,318	22.5	5,802	23.8	0.6
Total	23,677	100.0	24,419	100.0	
Earth and space science **Sciences de la terre et de l'espace**					
United States États-Unis	5,334	45.7	5,150	43.6	-4.6
United Kingdom Royaume-Uni	1,011	8.7	1,063	9.0	3.4
West Germany Allemagne de l'Ouest	423	3.6	505	4.3	19.4
France	537	4.6	517	4.4	-4.3
U.S.S.R. U.R.S.S.	1,196	10.2	1,167	9.9	-2.9
Japan Japon	252	2.2	263	2.2	-
Canada	656	5.6	666	5.6	-
Rest of world ..... Reste du monde	2,262	19.4	2,478	21.0	8.2
Total	11,671	100.0	11,807	100.0	

STATISTICAL TABLE 1. National Shares of the World's Research Papers, by Field(1) - Concluded

TABLEAU STATISTIQUE 1. Proportion d'articles scientifiques dans le monde selon divers pays, par domaine(1) - fin

Field/Country Domaine/Pays	1973-1977		1978-1982		Change(2) Variation(2)
	Average number Nombre moyen	%	Average number Nombre moyen	%	
Mathematics **Mathématiques**					
United States États-Unis	3,636	44.5	2,771	39.5	-11.2
United Kingdom Royaume-Uni	595	7.3	479	6.8	-6.8
West Germany Allemagne de l'Ouest	641	7.8	665	9.5	21.8
France	622	7.6	523	7.5	-1.3
U.S.S.R. U.R.S.S.	231	2.8	306	4.4	57.1
Japan Japon	322	3.9	355	5.1	30.8
Canada	481	5.9	323	4.6	-22.0
Rest of world ..... Reste du monde	1,651	20.2	1,585	22.6	11.9
Total	8,179	100.0	7,006	100.0	

(1) When a paper is authored by researchers from more than one country, that paper is prorated across the countries involved. For example, if a given paper has several authors from France and Canada, it is split on the basis of these countries regardless of the number of organizations represented by the authors.

(1) Lorsqu'un article est décrit par des chercheurs de plusieurs pays, il est attribué aux pays concernés proportionnellement à leur participation. Par exemple, si un article a plusieurs auteurs français et canadiens, il est réparti entre ces deux pays sans égard au nombre d'organismes que représentent les auteurs.

(2) The change represents the percentage change of the percent of papers for 1978-1982 over the percent for 1973-1977.

(2) La variation représente le pourcentage de variation de la proportion d'articles pour 1978-1982 par rapport à la proportion d'articles pour 1973-1977.

Source: Science Literature Indicators Data Bank, Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.

STATISTICAL TABLE 2. Canada's Share of the World's Research Papers, by Subfield, 1982

TABLEAU STATISTIQUE 2. Proportion d'articles scientifiques Canadiens dans le monde, par spécialité, 1982

Field/subfield Domaine/spécialité	Number of research papers Nombre d'articles scientifiques		
	World Monde	Canada	(% of World) (% du monde)
All fields **Tous les domaines**	**289,040**	**11,744**	**(4.1)**
Clinical medicine **Médecine clinique**	**86,794**	**3,002**	**(3.5)**
General and internal medicine Médecine générale et interne	14,947	406	(2.7)
Allergy Allergies	597	38	(6.4)
Anesthesiology Anesthésiologie	1,187	78	(6.6)
Cancer Cancérologie	3,883	104	(2.7)
Cardiovascular system Appareil cardio-vasculaire	3,517	121	(3.4)
Dentistry Art dentaire	1,806	42	(2.3)
Dermatology & venereal diseases Dermatologie et maladies vénériennes	1,486	8	(0.5)
Endocrinology Endocrinologie	3,414	126	(3.7)
Fertility Fécondité	949	40	(4.2)
Gastroenterology Gastro-entérologie	1,675	33	(2.0)
Geriatrics Gériatrie	471	24	(5.1)
Hematology Hématologie	1,413	41	(2.9)
Immunology Immunologie	5,794	190	(3.3)
Obstetrics and gynecology Obstétrique et gynécologie	1,581	66	(4.2)
Neurology and neurosurgery Neurologie et neurochirurgie	6,197	290	(4.7)
Opthalmology Ophtalmologie	1,874	62	(3.3)

STATISTICAL TABLE 2. Canada's Share of the World's Research Papers, by Subfield, 1982 - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 2. Proportion d'articles scientifiques Canadiens dans le monde, par spécialité, 1982 - suite

Field/subfield Domaine/spécialité	Number of research papers Nombre d'articles scientifiques World Monde	Canada	(% of World) (% du monde)
Orthopedics Orthopédie	914	27	(3.0)
Arthritis and rheumatism Arthrite et rhumatisme	518	17	(3.3)
Otorhinoloaryngology Oto-rhino-laryngologie	987	22	(2.2)
Pathology Pathologie	2,299	87	(3.8)
Pediatrics Pédiatrie	2,670	92	(3.4)
Pharmacology Pharmacologie	7,929	249	(3.1)
Pharmacy Pharmacie	3,173	51	(1.6)
Psychiatry Psychiatrie	1,979	79	(4.0)
Radiology and nuclear medicine Radiologie et médecine nucléaire	3,344	66	(2.0)
Respiratory system Appareil respiratoire	1,139	91	(8.0)
Surgery Chirurgie	4,157	234	(5.6)
Tropical medicine Médecine tropicale	630	4	(0.6)
Urology Urologie	1,011	26	(2.6)
Nephrology Néphrologie	446	14	(3.1)
Veterinary medicine Médecine vétérinaire	2,830	185	(6.5)
Addictive diseases Toxicomanies	274	34	(12.4)
Hygiene and public health Hygiène et santé publique	1,363	37	(2.7)
Miscellaneous clinical medicine Autres	340	18	(5.3)
Chemistry **Chimie**	**46,577**	**1,484**	**(3.2)**

STATISTICAL TABLE 2. Canada's Share of the World's Research Papers, by Subfield, 1982 - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 2. Proportion d'articles scientifiques Canadiens dans le monde, par spécialité, 1982 - suite

Field/subfield Domaine/spécialité	Number of research papers Nombre d'articles scientifiques		
	World Monde	Canada	(% of World) (% du monde)
Analytical chemistry Chimie analytique	4,600	177	(3.8)
Organic chemistry Chimie organique	7,240	208	(2.9)
Inorganic & nuclear chemistry Chimie minérale et nucléaire	2,700	84	(3.1)
Applied chemistry Chimie appliquée	2,601	35	(1.3)
General chemistry Chimie générale	15,025	538	(3.6)
Polymers Chimie des polymères	4,071	107	(2.6)
Physical chemistry Chimie physique	10,340	334	(3.2)
Biomedical research Recherche biomédicale	**47,076**	**1,924**	**(4.1)**
Physiology Physiologie	3,425	266	(7.8)
Anatomy and morphology Anatomie et morphologie	626	35	(5.6)
Embryology Embryologie	811	47	(5.8)
Genetics and heredity Génétique et hérédité	3,679	147	(4.0)
Nutrition and dietetics Nutrition et diététique	1,351	61	(4.5)
Biochemistry and molecular Biology Biochimie et biologie moléculaire	15,756	589	(3.7)
Biophysics Biophysique	1,034	22	(2.1)
Cell biology, cytology and histology Biologie de la cellule, cytologie et histologie	4,065	163	(4.0)

STATISTICAL TABLE 2. Canada's Share of the World's Research Papers, by Subfield, 1982 - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 2. Proportion d'articles scientifiques Canadiens dans le monde, par spécialité, 1982 - suite

Field/subfield Domaine/spécialité	Number of research papers Nombre d'articles scientifiques		
	World Monde	Canada	(% of World) (% du monde)
Microbiology Microbiologie	3,329	176	(5.3)
Virology Virologie	1,621	61	(3.8)
Parasitology Parasitologie	856	40	(4.7)
Biomedical engineering Génie biomédical	847	47	(5.5)
Microscopy Micrographie	280	13	(4.6)
Miscellaneous biomedicine Recherches biomédicales diverses ..	1,028	36	(3.5)
General biomedicine Recherches biomédicales générales .	8,368	221	(2.6)
Physics Physique	**41,833**	**1,256**	**(3.0)**
Chemical physics Physique des métaux	4,638	214	(4.6)
Solid state physics Physique des semi-conducteurs	6,754	150	(2.2)
Fluids and plasmas Fluides et plasmas	972	27	(2.8)
Applied physics Physique appliquée	10,669	226	(2.1)
Accoustics Acoustique	1,104	45	(4.1)
Optics Optique	1,749	76	(4.3)
General physics Physique générale	12,321	347	(2.8)
Nuclear & particle physics Physique nucléaire et physique des particules	2,916	130	(4.5)
Miscellaneous physics Autres	710	41	(5.8)

STATISTICAL TABLE 2. Canada's Share of the World's Research Papers, by Subfield, 1982 - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 2. Proportion d'articles scientifiques Canadiens dans le monde, par spécialité, 1982 - suite

Field/subfield Domaine/spécialité	Number of research papers Nombre d'articles scientifiques World Monde	Canada	(% of World) (% du monde)
Engineering and technology Génie et technologie	**22,134**	**894**	**(4.0)**
Chemical engineering Génie chimique	2,520	148	(5.9)
Mechanical engineering Génie mécanique	2,036	63	(3.1)
Civil engineering Génie civil	1,084	55	(5.1)
Electrical engineering and electronics Électronique et génie électrique	5,697	278	(4.9)
Miscellaneous engineering and technology Divers	7	-	-
General engineering Génie général	1,062	15	(1.4)
Metals and metallurgy Métaux et métallurgie	3,153	79	(2.5)
Materials science Science des matériaux	2,245	150	(6.7)
Nuclear technology Technologie nucléaire	2,046	36	(1.8)
Aerospace technology Technologie aérospatiale	665	5	(0.8)
Computers Informatique	1,119	47	(4.2)
Library & information science Bibliothéconomie et sciences de l'information	101	3	(3.0)
Operation research & management science Recherche opérationnelle et sciences de la gestion	400	15	(3.8)

STATISTICAL TABLE 2. Canada's Share of the World's Research Papers, by Subfield, 1982 - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 2. Proportion d'articles scientifiques Canadiens dans le monde, par spécialité, 1982 - suite

Field/subfield Domaine/spécialité	Number of research papers Nombre d'articles scientifiques		
	World Monde	Canada	(% of World) (% du monde)
Biology **Biologie**	**25,646**	**2,196**	**(8.6)**
General biology Biologie générale	1,403	56	(4.0)
General zoology Zoologie générale	1,137	316	(27.8)
Entomology Entomologie	1,443	165	(11.4)
Miscellaneous zoology Zoologie (diverses branches)	2,282	128	(5.6)
Marine biology & hydrobiology Biologie marine et hydro-biologie	1,916	217	(11.3)
Botany Botanique	7,068	435	(6.2)
Ecology Écologie	1,489	70	(4.7)
Agriculture & food science Agriculture et sciences de l'alimentation	6,463	505	(7.8)
Dairy animal science Science des élevages laitiers	1,993	296	(14.9)
Miscellaneous biology Biologie (branches diverses)	452	9	(2.0)
Earth and space science **Sciences de la terre et de l'espace**	**12,372**	**704**	**(5.7)**
Astronomy and astrophysics Astronomie et astrophysique	4,081	178	(4.4)
Meteorology and atmospheric science Météorologie et sciences de l'atmosphère	1,003	37	(3.7)

STATISTICAL TABLE 2. Canada's Share of the World's Research Papers, by Subfield, 1982 - Concluded

TABLEAU STATISTIQUE 2. Proportion d'articles scientifiques Canadiens dans le monde, par spécialité, 1982 - fin

Field/subfield Domaine/spécialité	Number of research papers Nombre d'articles scientifiques		
	World Monde	Canada	(% of World) (% du monde)
Geology Géologie	1,778	99	(5.6)
Earth and planetary science Géodésie et géomorphologie ..	4,590	355	(7.7)
Geography Géographie	15	-	-
Oceanography and limnology Océanographie et limnologie .	905	35	(3.9)
Mathematics Mathématiques	**6,608**	**284**	**(4.3)**
Probability and statistics Probabilité et statistique ..	1,010	50	(5.0)
Applied mathematics Mathématiques appliquées	879	39	(4.4)
General mathematics Mathématiques générales	4,339	181	(4.2)
Miscellaneous mathematics Divers	380	15	(3.9)

Source: Science Literature Indicators Data Bank, Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.

STATISTICAL TABLE 3. International Co-authorship Linkages with Canada, by Field

TABLEAU STATISTIQUE 3. Collaboration d'auteurs canadiens avec des auteurs d'autres pays, par domaine

Field/Country Domaine/Pays	1973-1977		1978-1982	
	Average number Nombre moyen	%	Average number Nombre moyen	%
Clinical medicine **Médecine clinique**				
United States États-Unis	179	62	263	59
United Kingdom Royaume-Uni	42	14	46	10
West Germany Allemagne de l'Ouest	5	2	6	1
France	17	6	38	9
U.S.S.R. U.R.S.S.	-	-	-	-
Japan Japon	4	1	8	2
Italy Italie	-	-	4	1
Sweden Suède	-	-	10	2
Rest of world Reste du monde	45	15	71	16
Co-authorships with foreign countries Nombre d'articles rédigés en collaboration avec des auteurs étrangers	291	21	446	25
Co-authorships within Canada Nombre d'articles rédigés en collaboration par des auteurs canadiens seulement	1,092	79	1,332	75
Chemistry **Chimie**				
United States États-Unis	74	40	86	34
United Kingdom Royaume-Uni	32	17	46	19
West Germany Allemagne de l'Ouest	7	4	12	5

STATISTICAL TABLE 3. International Co-authorship Linkages with Canada, by Field - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 3. Collaboration d'auteurs canadiens avec des auteurs d'autres pays, par domaine - suite

Field/Country Domaine/Pays	1973-1977		1978-1982	
	Average number Nombre moyen	%	Average number Nombre moyen	%
France	14	8	30	12
U.S.S.R. U.R.S.S.	1	-	-	-
Japan Japon	3	2	9	4
Italy Italie	-	-	5	2
Sweden Suède	-	-	2	1
Rest of world Reste du monde	55	29	59	24
Co-authorships with foreign countries Nombre d'articles rédigés en collaboration avec des auteurs étrangers	186	55	251	61
Co-authorships within Canada Nombre d'articles rédigés en collaboration par des auteurs canadiens seulement	154	45	161	39
Biomedical research **Recherche biomédicale**				
United States États-Unis	125	54	173	52
United Kingdom Royaume-Uni	32	14	38	11
West Germany Allemagne de l'Ouest	9	4	12	4
France	13	6	31	9
U.S.S.R. U.R.S.S.	1	-	1	-
Japan Japon	3	2	6	2
Italy Italie	-	-	4	1
Sweden Suède	-	-	6	2

STATISTICAL TABLE 3. International Co-authorship Linkages with Canada, by Field - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 3. Collaboration d'auteurs canadiens avec des auteurs d'autres pays, par domaine - suite

Field/Country Domaine/Pays	1973-1977		1978-1982	
	Average number Nombre moyen	%	Average number Nombre moyen	%
Rest of world Reste du monde	47	20	63	19
Co-authorships with foreign countries Nombre d'articles rédigés en collaboration avec des auteurs étrangers	230	38	334	42
Co-authorships within Canada Nombre d'articles rédigés en collaboration par des auteurs canadiens seulement	383	62	464	58
Physics **Physique**				
United States États-Unis	113	44	154	40
United Kingdom Royaume-Uni	29	11	43	11
West Germany Allemagne de l'Ouest	10	4	18	5
France	23	9	37	10
U.S.S.R. U.R.S.S.	2	1	1	-
Japan Japon	8	3	20	5
Italy Italie	-	-	10	3
Sweden Suède	-	-	3	1
Rest of world Reste du monde	69	27	93	25

STATISTICAL TABLE 3. International Co-authorship Linkages with Canada, by Field - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 3. Collaboration d'auteurs canadiens avec des auteurs d'autres pays, par domaine - suite

Field/Country Domaine/Pays	1973-1977		1978-1982	
	Average number Nombre moyen	%	Average number Nombre moyen	%
Co-authorships with foreign countries Nombre d'articles rédigés en collaboration avec des auteurs étrangers.....	255	64	380	67
Co-authorships within Canada Nombre d'articles rédigés en collaboration par des auteurs canadiens seulement.....	143	36	190	33
Engineering and Technology Génie et technologie				
United States États-Unis	71	51	76	45
United Kingdom Royaume-Uni	20	14	20	12
West Germany Allemagne de l'Ouest	3	2	6	3
France	6	4	10	6
U.S.S.R. U.R.S.S.	-	-	1	1
Japan Japon	3	2	7	4
Sweden Suède	-	-	2	1
Rest of world Reste du monde	36	26	46	27
Co-authorships with foreign countries Nombre d'articles rédigés en collaboration avec des auteurs étrangers	140	46	169	54
Co-authorships within Canada Nombre d'articles rédigés en collaboration par des auteurs canadiens seulement.....	166	54	144	46

STATISTICAL TABLE 3. International Co-authorship Linkages with Canada, by Field - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 3. Collaboration d'auteurs canadiens avec des auteurs d'autres pays, par domaine - suite

Field/Country Domaine/Pays	1973-1977		1978-1982	
	Average number Nombre moyen	%	Average number Nombre moyen	%
Biology **Biologie**				
United States États-Unis	87	56	121	55
United Kingdom Royaume-Uni	19	12	19	9
West Germany Allemagne de l'Ouest	4	3	6	3
France	4	3	9	4
U.S.S.R. U.R.S.S.	-	-	-	-
Japan Japon	3	2	3	2
Sweden Suède	-	-	3	1
Rest of world Reste du monde	38	24	57	26
Co-authorships with foreign countries Nombre d'articles rédigés en collaboration avec des auteurs étrangers	156	33	220	38
Co-authorships within Canada Nombre d'articles rédigés en collaboration par des auteurs canadiens seulement	309	67	365	62
Earth and space science **Sciences de la terre et de l'espace**				
United States États-Unis	86	56	109	50
United Kingdom Royaume-Uni	19	12	28	13
West Germany Allemagne de l'Ouest	6	4	12	6
France	5	3	13	6

STATISTICAL TABLE 3. International Co-authorship Linkages with Canada, by Field - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 3. Collaboration d'auteurs canadiens avec des auteurs d'autres pays, par domaine - suite

Field/Country Domaine/Pays	1973-1977		1978-1982	
	Average number Nombre moyen	%	Average number Nombre moyen	%
U.S.S.R. U.R.S.S.	1	1	-	-
Japan Japon	2	1	3	1
Italy Italie	-	-	3	1
Sweden Suède	-	-	2	1
Rest of world Reste du monde	34	22	46	21
Co-authorships with foreign countries Nombre d'articles rédigés en collaboration avec des auteurs étrangers	153	61	218	61
Co-authorships within Canada Nombre d'articles rédigés en collaboration par des auteurs canadiens seulement.....	96	39	139	39
Mathematics Mathématiques				
United States États-Unis	70	53	63	49
United Kingdom Royaume-Uni	14	11	13	10
West Germany Allemagne de l'Ouest	7	5	8	6

STATISTICAL TABLE 3. International Co-authorship Linkages with Canada, by Field - Concluded

TABLEAU STATISTIQUE 3. Collaboration d'auteurs canadiens avec des auteurs d'autres pays, par domaine - fin

Field/Country Domaine/Pays	1973-1977		1978-1982	
	Average number Nombre moyen	%	Average number Nombre moyen	%
France	6	4	5	4
U.S.S.R. U.R.S.S.	-	-	-	-
Italy Italie	1	1	1	1
Sweden Suède	-	-	1	1
Rest of world Reste du monde	32	25	36	28
Co-authorships with foreign countries Nombre d'articles rédigés en collaboration avec des auteurs étrangers	130	83	127	85
Co-authorships within Canada Nombre d'articles rédigés en collaboration par des auteurs canadiens seulement.....	27	17	23	15

Source: Science Literature Indicators Data Bank, Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.

STATISTICAL TABLE 4. World Use of U.S.-Authored Papers, by Field

TABLEAU STATISTIQUE 4. Utilisation d'articles d'auteurs américains dans le monde, par domaine

Field Domaine	Publication year Année de publication			
	1973	1975	1977	1978
	Relative citation ratio (1) Ratio de citation relatif(1)			
World citations to U.S.(2) **Citation d'articles américains par des auteurs américains et étrangers(2)**				
Biology Biologie	1.07	1.10	1.13	1.09
Biomedical research Recherche biomédicale	1.42	1.41	1.40	1.36
Chemistry Chimie	1.66	1.71	1.80	1.88
Clinical medicine Médecine clinique	1.35	1.36	1.37	1.39
Earth and space science Sciences de la terre et de l'espace	1.39	1.46	1.45	1.46
Engineering and technology Génie et technologie	1.28	1.25	1.29	1.33
Mathematics Mathématiques	1.23	1.22	1.28	1.37
Physics Physique	1.53	1.55	1.59	1.57
Non-U.S. citations to U.S. **Citation d'articles américains par des auteurs étrangers**				
Biology Biologie	0.67	0.63	0.62	0.57
Biomedical research Recherche biomédicale	1.07	1.01	0.97	0.90

STATISTICAL TABLE 4. World Use of U.S.-Authored Papers, by Field - Concluded

TABLEAU STATISTIQUE 4. Utilisation d'articles d'auteurs américains dans le monde, par domaine - fin

Field Domaine	Publication year Année de publication			
	1973	1975	1977	1978
Chemistry Chimie	1.17	1.13	1.19	1.25
Clinical medicine Médecine clinique	0.99	0.97	0.98	0.98
Earth and space science Sciences de la terre et de l'espace	1.06	1.09	1.09	1.11
Engineering and technology Génie et technologie	0.86	0.74	0.76	0.79
Mathematics Mathématiques	0.85	0.78	0.82	0.90
Physics Physique	1.15	1.10	1.09	1.04

(1) A citation ratio of 1.00 reflects no over- or under-citing of the U.S. S&T literature, whereas a higher ratio implies a greater imact or use than would have been expected from the number of U.S. papers produced for that year.

(1) Un ratio de citation égal à 1.00 indique que les ouvrages américains de science et de technologie sont ni trop peu ni trop souvent cités, tandis qu'un ratio supérieur à 1 suppose une incidence ou une utilisation plus grande que ne l'aurait laissé croire le nombre d'articles produits aux États-Unis cette année-là.

(2) World citations include citations made to U.S. - authored papers by other U.S. - authored papers.

(2) Comprend les citations d'articles d'auteurs américains dans des articles d'autres auteurs américains.

Source: Science Indicators - 1982, NSB, Washington D.C., 1983, Appendix Table 1-14, p. 205.

Source: Science Indicators - 1982, NSB, Washington D.C., 1983, Table appendice 1-14, p. 205.

STATISTICAL TABLE 5. Comparative Distribution of Country Shares of the World's Research Papers, by Field, for Two Journal Sets

TABLEAU STATISTIQUE 5. Distribution comparative des proportions d'articles scientifiques dans le monde selon divers pays, par domaine, pour deux ensembles de revues

Field/Country Domaine/Pays	1973 Journal Set 1973 Ensemble de revues		1981 Journal Set 1981 Ensemble de revues	
	1981	1982	1981	1982
	%			
All Fields **Tous les domaines**				
United States États-Unis	36.9	37.0	35.9	35.9
United Kingdom Royaume-Uni	8.4	8.3	8.3	8.3
U.S.S.R. U.R.S.S.	7.6	7.7	8.0	8.2
Japan Japon	7.1	7.3	6.8	7.0
West Germany Allemagne de l'Ouest ..	6.3	6.2	6.3	6.2
France	5.2	5.1	5.0	4.9
Canada	4.1	4.1	3.9	3.9
Rest of world Reste du monde	24.5	24.5	25.7	25.6
No. of Papers **Nombre d'articles .....**	**289,752**	**289,040**	**368,932**	**371,759**
Clinical medicine **Médecine clinique**				
United States États-Unis	42.6	42.1	41.3	41.1
United Kingdom Royaume-Uni	9.6	9.4	9.8	9.7
West Germany Allemagne de l'Ouest ..	6.1	6.0	6.4	6.3
France	5.6	5.4	5.2	5.0
Japan Japon	5.3	5.6	5.1	5.3
Canada	3.6	3.5	3.4	3.4
Rest of world U.S.S.R. U.R.S.S.	2.6	2.6	3.3	3.3
Reste du monde	24.6	25.3	25.5	25.9

STATISTICAL TABLE 5. Comparative Distribution of Country Shares of the World's Research Papers, by Field, for Two Journal Sets - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 5. Distribution comparative des proportions d'articles scientifiques dans le monde selon divers pays, par domaine, pour deux ensembles de revues - suite

Field/Country Domaine/Pays	1973 Journal Set 1973 Ensemble de revues		1981 Journal Set 1981 Ensemble de revues	
	1981	1982	1981	1982
	%			
Chemistry **Chimie**				
United States États-Unis	21.2	21.9	20.0	21.2
U.S.S.R. U.R.S.S.	14.7	14.5	16.7	16.7
Japan Japon	11.6	11.6	10.9	10.7
West Germany Allemagne de l'Ouest ..	7.0	6.8	6.6	6.3
United Kingdom Royaume-Uni	6.5	6.9	6.6	6.7
France	5.8	5.6	5.9	5.6
Canada	3.2	3.2	3.1	3.1
Rest of world Reste du monde	30.1	29.6	30.3	29.6
Biomedical research **Recherche biomédicale**				
United States États-Unis	40.4	41.4	39.5	39.7
United Kingdom Royaume-Uni	8.2	8.4	8.5	8.7
Japan Japon	6.1	6.5	6.2	6.4
West Germany Allemagne de l'Ouest ..	6.0	6.2	6.1	6.3
U.S.S.R. U.R.S.S.	5.9	6.2	5.7	6.3
France	5.4	5.1	5.2	5.0
Canada	4.3	4.1	4.1	4.0
Rest of world Reste du monde	23.7	22.4	24.7	23.6

STATISTICAL TABLE 5. Comparative Distribution of Country Shares of the World's Research Papers, by Field, for Two Journal Sets - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 5. Distribution comparative des proportions d'articles scientifiques dans le monde selon divers pays, par domaine, pour deux ensembles de revues - suite

Field/Country Domaine/Pays	1973 Journal Set 1973 Ensemble de revues		1981 Journal Set 1981 Ensemble de revues	
	1981	1982	1981	1982
		%		
Physics **Physique**				
United States États-Unis	30.4	29.6	28.6	28.1
U.S.S.R. U.R.S.S.	15.5	15.6	16.8	16.8
Japan Japon	8.8	9.0	8.2	8.3
West Germany Allemagne de l'Ouest ..	6.7	6.9	6.7	7.0
United Kingdom Royaume-Uni	6.5	6.1	6.4	6.1
France	5.7	5.7	5.9	5.9
Canada	3.0	3.0	2.9	2.9
Rest of world Reste du monde	23.4	24.1	24.4	24.8
Engineering and technology **Génie et technologie**				
United States États-Unis	41.3	41.5	40.7	40.6
United Kingdom Royaume-Uni	8.9	8.6	8.5	8.3
U.S.S.R. U.R.S.S.	7.9	7.8	7.6	7.3
West Germany Allemagne de l'Ouest ..	7.6	7.6	7.0	6.9
Japan Japon	7.4	7.9	9.2	9.6
Canada	4.4	4.0	4.2	4.0
France	3.3	3.6	3.3	3.6
Rest of world Reste du monde	19.0	18.9	19.5	19.6

STATISTICAL TABLE 5. Comparative Distribution of Country Shares of the World's Research Papers, by Field, for Two Journal Sets - Continued

TABLEAU STATISTIQUE 5. Distribution comparative des proportions d'articles scientifiques dans le monde selon divers pays, par domaine, pour deux ensembles de revues - suite

Field/Country Domaine/Pays	1973 Journal Set 1973 Ensemble de revues		1981 Journal Set 1981 Ensemble de revues	
	1981	1982	1981	1982
	%			
Biology **Biologie**				
United States Etats-Unis	42.6	44.0	37.6	38.4
United Kingdom Royaume-Uni	10.4	9.9	9.0	8.8
Canada	7.7	8.6	6.3	6.8
Japan Japon	6.3	6.6	6.1	6.3
West Germany Allemagne de l'Ouest ..	3.6	3.5	4.7	4.6
France	3.4	2.7	3.5	3.3
U.S.S.R. U.R.S.S.	1.4	1.5	2.8	2.8
Rest of world Reste du monde	24.5	23.2	30.0	29.0
Earth and space science **Sciences de la terre et de l'espace**				
United States Etats-Unis	43.2	43.1	42.7	42.4
U.S.S.R. U.R.S.S.	10.2	10.3	10.0	10.6
United Kingdom Royaume-Uni	8.9	8.9	8.5	8.7
Canada	5.1	5.7	5.2	5.7
France	4.8	4.7	4.6	4.5
West Germany Allemagne de l'Ouest ..	4.4	4.6	4.4	4.4
Japan Japon	2.2	2.1	2.3	2.2
Rest of world Reste du monde	21.2	20.7	22.3	21.7

STATISTICAL TABLE 5. Comparative Distribution of Country Shares of the World's Research Papers, by Field, for Two Journal Sets - Concluded

TABLEAU STATISTIQUE 5. Distribution comparative des proportions d'articles scientifiques dans le monde selon divers pays, par domaine, pour deux ensembles de revues - fin

Field/Country Domaine/Pays	1973 Journal Set 1973 Ensemble de revues		1981 Journal Set 1981 Ensemble de revues	
	1981	1982	1981	1982
	%			
Mathematics **Mathématiques**				
United States États-Unis	38.5	38.7	38.2	39.0
West Germany Allemagne de l'Ouest ..	10.7	7.6	9.0	6.9
France	6.6	6.9	5.6	5.9
United Kingdom Royaume-Uni	6.6	7.0	6.0	6.5
Japan Japon	5.3	6.0	4.3	5.0
Canada	4.7	4.3	5.1	4.0
U.S.S.R. U.R.S.S.	4.3	4.6	7.6	6.7
Rest of world Reste du monde	23.3	24.9	24.1	25.3

(1) Data are available for 1981 and 1982 only for the 1981 journal set.
(1) Pour l'ensemble de revues de 1981, il n'existe des données que pour 1981 et 1982.
Source: Science Literature Indicators Data Bank, Computer Horizons, Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1984.